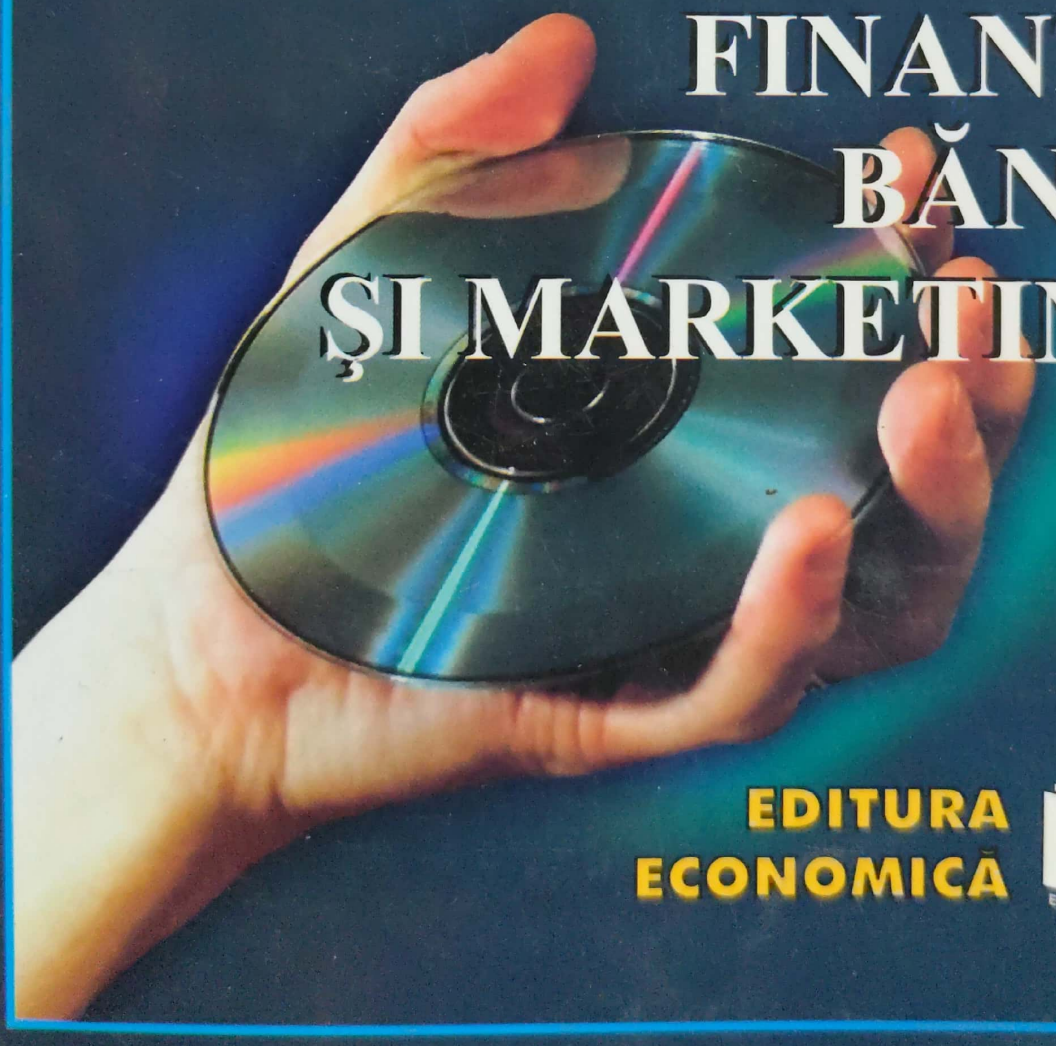
Ioan Andone Alexandru Țugui

SISTEME INTELIGENTE ÎN MANAGEMENT CONTABILITATE FINANȚE BĂNCI ȘI MARKETING



EDITURA ECONOMICĂ

Scanned with OKEN Scanner

Ioan ANDONE Alexandru ȚUGUI

SISTEME INTELIGENTE ÎN MANAGEMENT, CONTABILITATE, FINANȚE-BĂNCI ŞI MARKETING

EDITURA ECONOMICĂ

Scanned with OKEN Scanner

I.S.B.N.: 973-590-198-6

Copyright © EDITURA ECONOMICĂ, 1999

EDITURA ECONOMICĂ
78101, BUCUREŞTI, sector 1,
Calea Griviţei nr.21, etaj VII,
tel./fax:231.55.77; 231.55.78;
231.55.79; 231.55.80;
312.97.17; 312.22.48; 650.73.45;
E-mail adress: edecon@edecon.ro;
http: //www.edecon.ro
Difuzare: Calea Dorobanţilor nr. 31-33;
Comenzi la fax: 210.73.10

Scanned with OKEN Scanner

CUPRINS

Prefaţă 9

CAPITOLUL I. INTELIGENŢĂ ARTIFICIALĂ ŞI APLICAŢII 11
1.1. De la inteligenţa naturală la inteligenţa artificială 12
1.1.1. Diferenţele programelor inteligente faţă de produsele informatice convenţionale 13
1.1.2. Domeniile care au contribuit la fundamentarea inteligenţei artificiale 14
1.2. Istoria inteligenţei artificiale 15
1.3. Definiţii ale inteligenţei artificiale 16
1.4. Inteligenţa artificială în aplicaţii 18
1.5. Rolul inteligenţei artificiale în întreprinderi 21
1.6. Avantajele şi limitele inteligenţei artificiale 24
1.7. Categorii de sisteme inteligente 25
1.8. Control şi exerciţii 31

CAPITOLUL II. FUNDAMENTELE SISTEMELOR EXPERT 33
2.1. Istoria şi actualitatea sistemelor expert 34
2.2. Noţiunea de sistem expert şi relaţia cu sistemele de inteligenţă artificială 37
2.3. Obiectivele, structura de bază, logica de funcţionare şi caracteristicile sistemelor expert 40
2.4. Concepte de bază ale sistemelor expert 49
2.5. Cum lucrează un sistem expert 52
2.6. Aplicaţiile sistemelor expert 58
2.6.1. Utilizarea sistemelor expert în contabilitate 65
2.7. Sisteme expert de gestiune. Exemple şi probleme soluţionate 67
2.8. Avantajele şi limitele sistemelor expert 70
2.9. Tipologia sistemelor expert 74
2.10. Strategii de introducere şi moduri de utilizare a sistemelor expert în întreprinderi 79
2.11. Sisteme multiexpert 83
2.11.1. Arhitectura sistemului multiexpert 84
2.11.2. Inteligenţa artificială distribuită, multiexpertiza şi sistemele multiagent 85
2.11.3. Comunicarea între modulele de cunoaştere 86
2.11.4. Rezoluţia în mediul multiexpert 88
2.11.5. Controlul în sistemele multiexpert 90
2.11.6. Criterii de evaluare a sistemelor multiexpert 91
2.12. Impactul sistemelor inteligente şi profesia contabilă 91
2.13. Criterii pentru judecarea oportunităţii introducerii tehnologiei sistemelor expert 94
2.14. Viitorul sistemelor expert 95
2.15. Studiu de caz: „SEPECC" 96
2.16. Control şi exerciţii 99

CAPITOLUL III. REPREZENTAREA CUNOAŞTERII 101
3.1. Noţiunea de cunoaştere, clasificarea şi caracteristicile cunoaşterii 102
3.2. Metode de reprezentare a cunoaşterii 108
3.2.1. Metoda regulilor de producţie 109
3.2.2. Metoda reţelelor semantice 116
3.2.2.1. Metoda tripletelor obiect – atribut – valoare 119
3.2.2.2. Schema 121
3.2.3. Metoda cadrelor şi scenariilor 122
3.2.4. Metode bazate pe logică 125
3.2.4.1. Calculul propoziţional 128
3.2.4.2. Calculul predicatelor 131
3.2.5. Metoda obiectelor structurate 132

Scanned with OKEN Scanner

3.2.6. Metoda reţelelor neuronale 135
3.3. Studiu de caz 138
3.4. Control şi exerciţii 141

CAPITOLUL IV. RAŢIONAMENTUL 145
4.1. Metode de raţionament 146
4.1.1. Căutarea 146
4.1.2. Elemente fundamentale ale soluţionării problemelor cu utilizarea stărilor 146
4.1.3. Spaţiul stării şi spaţiul de căutare 147
4.1.4. Metode de căutare 149
4.1.4.1. Căutarea sistematică 149
4.1.4.2. Căutarea euristică 151
4.2. Strategii de raţionament 151
4.2.1. Deducţia 152
4.2.2. Inducţia 152
4.2.3. Abducţia 153
4.3. Incertitudinea şi raţionamentul 153
4.4. Strategii de control ale raţionamentului 157
4.5. Studiu de caz 163
4.6. Control şi exerciţii 165

CAPITOLUL V. BAZA DE CUNOŞTINŢE 169
5.1. Probleme adecvate pentru sistemele expert 170
5.2. Alegerea instrumentului de dezvoltare 171
5.3. Achiziţia şi organizarea cunoaşterii 173
5.3.1. Achiziţia cunoaşterii 173
5.3.2. Metode de achiziţie a cunoaşterii 174
5.3.3. Instrumente de achiziţie a cunoaşterii în sprijinul cognoticianului 179
5.3.4. Instrumente inteligente integrate pentru achiziţia cunoaşterii 180
5.4. Organizarea cunoaşterii 181
5.5. Actualizarea şi întreţinerea bazei de cunoştinţe 181
5.6. Studiu de caz 182
5.7. Control şi exerciţii 183

CAPITOLUL VI. MOTORUL DE INFERENŢE LA SISTEMELE EXPERT BAZATE PE REGULI 185
6.1. Ciclul de bază al unui motor de inferenţe 186
6.2. Funcţiile pe care le realizează un motor de inferenţe 187
6.3. Incertitudinea 188
6.3.1. Sursele incertitudinii 188
6.3.2. Incertitudinea şi regulile 190
6.3.3. Tehnici de rezolvare a conflictelor 195
6.4. Tipologia motoarelor de inferenţe 197
6.5. Studiu de caz: SEPECC 201
6.6. Control şi exerciţii 201

CAPITOLUL VII. INTERFAŢA DE DIALOG CU UTILIZATORII 203
7.1. Caracteristici generale 204
7.2. Stiluri de interfeţe 205
7.3. Principii de proiectare a interfeţelor 207
7.4. Interfeţele sistemelor expert cu bazele de date şi tabelele de calcul 209
7.5. Posibilităţi de îmbunătăţire a interfeţelor utilizator 211
7.6. Studiu de caz: SEPECC 213

Scanned with OKEN Scanner

CAPITOLUL VIII. DEZVOLTAREA SISTEMELOR EXPERT 215
8.1. Ciclul de viaţă a sistemelor expert. Modele americane 216
8.2. Iniţializarea proiectului 223
8.3. Analiza şi proiectarea 225
8.4. Prototipizarea rapidă 230
8.5. Dezvoltarea 233
8.6. Implementarea 236
8.7. Postimplementarea 237
8.8. Organizarea echipei de dezvoltare 237
8.9. Dezvoltarea sistemelor expert mici 238
8.10. Integrarea sistemelor expert în sisteme informatice convenţionale 239
8.10.1. Ce este integrarea sistemelor 239
8.10.2. Beneficiile integrării 242
8.10.3. Domeniile integrării 244
8.11. Control şi exerciţii 248

CAPITOLUL IX. MEDII ŞI INSTRUMENTE DE DEZVOLTARE A SISTEMELOR EXPERT 249
9.1. Direcţii de cercetare şi trăsături 250
9.2. Incursiune în paradigmele programării 251
9.3. Elemente distinctive ale limbajelor procedurale faţă de mediile de dezvoltare a sistemelor expert 257
9.4. Terminologia utilizată la descrierea mediilor şi instrumentelor de dezvoltare a sistemelor expert 258
9.5. Taxonomia software-lui folosit la construirea sistemelor expert 259
9.6. Dezvoltarea sistemelor expert cu medii şi instrumente specifice 267

CAPITOLUL X. MEDII DE DEZVOLTARE SUB WINDOWS 269
10.1. EXSYS PROFESSIONAL – Prezentare generală 270
10.2. Lecţii de instruire 275
10.2.1. Noţiuni introductive 275
10.2.2. Lecţia nr. 1: Construirea unei baze de cunoştinţe 278
10.2.2.1. Instalarea şi lansarea în execuţie a generatorului EXSYS 278
10.2.2.2. Crearea unei baze de cunoştinţe 279
10.2.2.3. Lansarea în execuţie a bazei de cunoştinţe SYSMARK 285
10.2.3. Lecţia nr. 2: Actualizarea unei baze de cunoştinţe şi strategia de control înapoi 291
10.2.3.1. Adăugarea noilor piese de cunoaştere 291
10.2.3.2. Modificarea unor piese de cunoaştere 295
10.2.3.3. Ştergerea unor piese de cunoaştere 298
10.2.3.4. Strategia de control înapoi 299
10.2.4. Lecţia nr. 3: Testarea şi validarea bazei de cunoştinţe 301
10.2.5. Lecţia nr. 4: Integrarea sistemelor expert cu tablouri de bord construite în programe de calcul tabelar 305
10.2.6. Lecţia nr. 5: Ameliorarea interfeţelor de dialog cu utilizatorii 314
10.2.6.1. Realizarea machetelor de ecran 314
10.2.6.2. Realizarea rapoartelor 320
10.3. Aplicaţii inteligente în EXSYS Professional 322
10.3.1. SYSCOST – Sistem expert pentru contabilitatea de gestiune 322
10.3.1.1. Aspecte generale 322
10.3.1.2. Identificarea problemei 323
10.3.1.3. Achiziţia cunoaşterii 323
10.3.1.4. Conceperea prototipului de sistem expert SYSCOST 326
10.3.1.5. Testarea prototipului de sistem expert SYSCOST 333
10.3.2. SYSBANK – Prototip de sistem expert pentru selectarea unei bănci 338
10.3.2.1. Identificarea problemei 338
10.3.2.2. Achiziţia cunoaşterii 338
10.3.2.3. Reprezentarea cunoaşterii 343

Scanned with OKEN Scanner

10.3.2.4. Testarea prototipului SYSBANK 355
10.3.3. DIASE – Prototip de sistem inteligent pentru diagnosticul financiar 356
10.3.3.1. Caracteristicile unei aplicaţii inteligente pentru diagnosticul financiar 356
10.3.3.2. Necesitatea şi conceptul de diagnostic financiar 356
10.3.3.3. Prezentarea modelului MEFAT de evaluare globală a diagnosticului financiar 360
10.3.3.4. Baza de cunoştinţe pentru interpretarea indicatorilor financiari 361
10.3.3.5. Constituirea bazei de cunoştinţe a sistemului inteligent DIASE 368
10.3.3.6. Testarea prototipului de sistem inteligent DIASE 382
10.3.4. EVIN – Prototip de sistem inteligent pentru evaluarea vulnerabilităţii întreprinderii în mediul inflaţionist 385
10.3.4.1. Introducere 385
10.3.4.2. Calculul indicelui vulnerabilităţii la inflaţie 385
10.3.4.3. Prezentarea modului de lucru cu sistemul inteligent EVIN 387
10.3.4.4. Testarea prototipului 390
10.4. Generatorul de sisteme expert ESIEWin 394
10.4.1. Prezentare generală 394
10.4.2. Lansarea în execuţie a generatorului ESIEWin 396
10.4.3. Crearea unei baze de cunoştinţe 397
10.4.4. Lansarea în execuţie a unui sistem inteligent 398
10.5. Aplicaţii inteligente în ESIEWin 399
10.5.1. DESTOC – Prototip de sistem expert pentru determinarea destocajului 399
10.5.1.1. Aspecte generale 399
10.5.1.2. Abordarea problemei destocajului 399
10.5.1.3. Dezvoltarea bazei de cunoştinţe a sistemului inteligent DESTOC 400
10.5.1.4. Probleme propuse spre rezolvare 401
10.5.2. SYSCREM – Prototip de sistem inteligent în sprijinul agenţilor distribuitori de produse cosmetice. 401
10.5.2.1. Aspecte generale 401
10.5.2.2. Restricţii de respectat 402
10.5.2.3. Reprezentarea cunoaşterii 402
10.5.2.4. Probleme propuse spre rezolvare 404
10.5.3. MISYS – Prototip de sistem inteligent pentru evaluarea situaţiei unui mijloc fix 404
10.5.3.1. Aspecte generale 404
10.5.3.2. Restricţii de respectat 404
10.5.3.3. Reprezentarea cunoaşterii 405
10.5.3.4. Probleme propuse spre rezolvare 406
10.5.4. RISK – Prototip de sistem inteligent pentru evaluarea riscului financiar 406
10.5.4.1. Aspecte generale 406
10.5.4.2. Caracteristici teoretice ale unei aplicaţii inteligente pentru gestiunea riscului 406
10.5.4.3. Scurtă prezentare a sistemului inteligent de evaluare a riscului – RISK 406
10.5.4.4. Reprezentarea cunoaşterii cu generatorul ESIEWin 408
10.5.4.5. Posibilităţi de continuare 411

Index 413

Anexă 419

Bibliografie 427

Scanned with OKEN Scanner

PREFAȚĂ

În literatura științifică românească există câteva lucrări care oferă o gamă largă de informații pertinente în domeniul sistemelor expert – o categorie aparte de sisteme inteligente cu o sferă largă de aplicații în management, marketing, contabilitate, finanțe-bănci, asigurări etc.

Lucrarea de față întrunește cel puțin cinci particularități care o detașează de celelalte, în această incitantă tehnologie de vârf:

1. Prezentarea unitară a domeniului sistemelor inteligente

Este depășită perspectiva istorică a abordărilor tocmai prin descrierea problemelor și soluțiilor, cu orientare către toate categoriile de utilizatori. Există și o prezentare grupată a tuturor categoriilor de sisteme inteligente în scopul orientării cititorului și pentru a-l determina la eforturi utile și dezvoltări noi în concordanță cu exigențele cercetărilor actuale în informatica de gestiune.

2. Dezvoltarea sistemelor inteligente

Tema unitară a lucrării utilizează conceptul de sistem expert și relația cu celelalte sisteme de inteligență artificială din multiple puncte de vedere, așa cum se arată în capitolul I. Capitolele II, V, VI și VII realizează o tratare coerentă, strict logică, pe componente arhitecturale precum și principiile constructive ale sistemelor expert. Capitolele III și IV tratează reprezentarea cunoașterii și raționamentul, două teme majore în tehnologia sistemelor inteligente. În aceste condiții sunt perfect motivate capitolele VIII și IX referitoare la construirea sistemelor expert, respectiv mediile și instrumentele specifice de dezvoltare. De altfel, unul dintre obiectivele acestei cărți urmărește căpătarea din vreme a unei competențe de cognotician în dezvoltarea și implementarea prototipurilor de sisteme inteligente, fără folosirea limbajelor de inteligență artificială, ci numai a unor generatoare de sisteme expert performante, așa cum se practică la universitățile străine prestigioase. Lucrând cu prototipul existent la finalul unor capitole, studentul își va însuși întreaga metodologie a dezvoltării sistemelor expert.

3. Forma actualizată și cuprinzătoare

Pentru a răspunde mai bine interesului manifestat de studenții din anii mari, de cei de la studii aprofundate și doctoranzi, am inclus o serie de paragrafe, de multe ori ocolite în alte materiale, cum sunt: sistemele multiexpert, raționamentul cu incertitudine, obiectele structurate, rețelele neuronale, algoritmii genetici, sistemele fuzzy, sistemele hibride, proiectarea interfețelor utilizator, dezvoltarea sistemelor expert de mică dimensiune, integrarea sistemelor expert cu sistemele informatice tradiționale, paradigmele programării ș.a. Ne fundamentăm astfel de abordări pe numeroase surse din literatura cea mai actuală, dar și pe experiența proprie căpătată la catedră, la

Scanned with OKEN Scanner

Seminarul de sisteme expert de gestiune şi la specializările efectuate în instituţii de prestigiu din SUA şi Franţa.

4. Atenţie uniformă acordată teoriei şi aplicaţiilor

Teoria şi practica avansată primesc tratament nediferenţiat. Se are în vedere ocuparea echilibrată a timpului de instruire a studenţilor în sistemul bazat pe credite transferabile. Toate problemele primesc mai întâi un tratament teoretic riguros, după care cititorul este introdus şi invitat totodată să ia contact cu exerciţii şi controale adecvate fiecărui capitol.

5. Autoinstruirea prin experimente şi implementări

Principiile sistemelor inteligente sunt clarificate prin folosirea lor la dezvoltarea unor prototipuri de sisteme expert alese pentru cele mai fezabile sectoare ale managementului, contabilităţii şi gestiunii financiar-bancare. Cunoştinţele necesare implementării unor asemenea modele de sisteme inteligente pot fi însuşite pe baza lecţiilor din capitolul X, însoţite de aplicaţii numeroase pentru demonstrarea utilizării generatoarelor EXSYS Professional şi ESIEWin. În acest sens este deosebit de util suportul magnetic anexat cărţii, care deschide astfel şi şansele unui învăţământ continuu deschis la distanţă.

Această carte este realizată cu intenţia de a servi în primul rând studenţilor care au disciplina de Sisteme expert sau Sisteme inteligente în programele de învăţământ, plasată după discipline cum sunt Bazele informaticii, Medii de programare, Proiectarea sistemelor informatice şi chiar Inteligenţa artificială.

Înainte de a fi publicată, această carte a fost folosită deja de şase serii de studenţi din câteva centre universitare din România şi Republica Moldova.

Autorii apreciază din tot sufletul orice observaţii şi sugestii de îmbunătăţire provenite de la cititori.

Iaşi, 27 mai 1999

Prof. univ. dr. Ioan ANDONE

Scanned with OKEN Scanner

CAPITOLUL I

INTELIGENȚĂ ARTIFICIALĂ ȘI APLICAȚII

Inteligența artificială este un subdomeniu al informaticii destinat dezvoltării calculatoarelor și sistemelor de programe menite să imite mintea umană.

Inteligența artificială are scopul de a rezolva probleme și a face calculatoarele mai inteligente. Cercetătorii în inteligență artificială își aduc contribuția la îmbunătățirea caracteristicilor calculatoarelor și aplicațiilor informaticii, precum și la aflarea unor căi prin care aceste reprezentante ale tehnologiei informaționale să devină din ce în ce mai inteligente.

În acest capitol ne concentrăm atenția spre inteligența artificială din punct de vedere al naturii sale, istoricului aplicațiilor, rolului său în întreprinderi, avantajelor și limitelor intrinseci, precum și al categoriilor de sisteme inteligente.

Scanned with OKEN Scanner

1.1. DE LA INTELIGENȚA NATURALĂ LA INTELIGENȚA ARTIFICIALĂ

Inteligența artificială este un domeniu care reține din ce în ce mai mult atenția economiștilor, managerilor și celorlalte profesii, deoarece sistemele bazate pe cunoștințe, sistemele expert, sistemele bazate pe algoritmi genetici, sistemele fuzzy, sistemele hibride și sistemele neuronale sunt sisteme de inteligență artificială pe cale de a ocupa un loc din ce în ce mai important în viața lor profesională.

Capacitatea de a învăța, a înțelege, a ști, din experiență și de a se descurca în situații vechi și noi, această "inteligență" însoțită de colectarea informației, efectuarea prelucrărilor, pregătirea alternativelor decizionale și în final luarea deciziei este acum în slujba managerilor de toate tipurile și a celor economiști în mod special.

Științele economice și domeniile lor (managementul, finanțele, contabilitatea etc.) sunt în practică realizate de oameni cu performanțe diferite care trebuie să facă față sarcinilor nestructurate, nonliniare, dinamice și stocastice, cu luarea în seamă, simultan, a aspectelor cantitative și calitative, în care intervin intuiția, experiența și inteligența, noțiuni vag definite, percepute cu aproximație și având consecințe asupra comportamentului în interacțiunile cu mediul intern și extern.

Dicționarele specializate prezintă inteligența ca pe capacitatea de a învăța sau înțelege din experiență, abilitatea de a achiziționa și memora cunoștințe, capacitatea de a răspunde rapid și cu succes la probleme noi, utilizarea facultății de a raționa în rezolvarea problemelor și conducerea activităților cu eficacitate.

Din această definiție generală desprindem termeni care pot fi imediat asociați naturii omului, inteligenței și comportamentului uman.

Simplificând, putem spune că inteligența este abilitatea de a achiziționa cunoștințe și de a le utiliza. În acest proces, se folosesc gândirea și raționamentul.

Acestea sunt aspectele care caracterizează ceea ce, în mod obișnuit, se numește **inteligență umană** (naturală).

Inteligența artificială își propune să imite caracteristicile inteligenței umane cu ajutorul calculatoarelor electronice și al programelor inteligente. Scopul final este comportamentul inteligent al calculatoarelor.

Sistemele de inteligență artificială sunt astăzi pregătite să memoreze cunoașterea din cele mai diverse domenii, dacă omul, specialistul (expertul în domeniu) le-o pune la dispoziție și să o redea la momentul oportun sau să o utilizeze în raționamente specifice.

Cunoașterea sistemelor de inteligență artificială este depozitată într-o bază de cunoștințe care conține *fapte*, *concepte*, *proceduri* și *relații*. Această cunoaștere este organizată, inteligibilă și rapid utilizabilă de către sistem în rezolvarea problemelor și luarea deciziilor. O limită a cunoașterii acestor sisteme constă în faptul că scopul său îl reprezintă un subiect particular sau un *domeniu* și deci nu are aceeași cuprindere care poate fi așteptată de la un om. Totuși, scopul unui sistem de inteligență artificială este relevant pentru domeniul respectiv.

Pe lângă cunoaștere, a doua componentă a inteligenței artificiale este în legătură cu tehnicile și metodele utilizate pentru ca sistemul să gândească și să raționeze pe baza cunoașterii.

Scanned with OKEN Scanner

Dotat cu astfel de trăsături, un sistem inteligent poate face inferențe și elabora concluzii, sfaturi, soluții sau decizii în domeniul respectiv. Un sistem inteligent este acela care este capabil să facă mai mult decât soluționarea de probleme pentru care este nevoie de putere de calcul, de memorare și regăsire a cunoștințelor sau un simplu control al raționamentelor.

Vom vedea mai târziu ce înseamnă reprezentarea cunoașterii în asemenea sisteme și cum se fac raționamentele. Mai adăugăm, însă, că sistemele de inteligență artificială depind de bazele de cunoștințe proprii și strategiile inferențiale (de control al raționamentelor) programate în vederea rezolvării problemelor. Ele sunt capabile să rezolve și alte probleme fără schimbări în baza de cunoștințe sau în strategiile inferențiale, pot utiliza și algoritmi, mai ales pentru *căutarea* și *controlul* cunoștințelor, dar acești algoritmi nu dau forța care comandă procesele de soluționare a problemelor ca în cazul programelor convenționale.

Valoarea potențială a inteligenței artificiale poate fi mai bine înțeleasă dacă o punem în contrast cu inteligența naturală (umană). Vom vedea acest lucru la momentul oportun.

În concluzie, putem menționa fără să greșim că inteligența artificială este un domeniu foarte dinamic și foarte variat. Majoritatea cercetătorilor sunt de acord că inteligența artificială este în legătură cu două idei de bază:

- implică studierea proceselor umane de gândire, pentru a înțelege ce este inteligența;
- este în legătură cu reprezentarea acelor procese, via calculator, robot sau alte mașini inteligente.

Strâns legat de aceste două idei se pot specifica și obiectivele inteligenței artificiale:

1. *obiectivul primar*: să facă, în general, mașinile mai inteligente;
2. *obiectivul laureatului Nobel*: să înțelegem ce este inteligența;
3. *obiectivul antreprenorial*: să facă mașinile mai utile.

1.1.1. Diferențele programelor inteligente față de produsele informatice convenționale

Programele inteligente se bazează pe reprezentarea simbolică și manipularea simbolurilor. În inteligența artificială un simbol este o literă, un cuvânt sau un număr care se utilizează pentru reprezentarea obiectelor, proceselor, situațiilor și relațiilor dintre ele.

Obiectele pot fi oameni, lucruri, idei, concepte, evenimente sau propoziții despre fapte. Prin utilizarea simbolurilor este posibilă crearea unei baze de cunoștințe care înmagazinează fapte, concepte și relațiile dintre ele. Astfel, cele mai variate procese sunt utilizate pentru manipularea simbolurilor în vederea generării de sfaturi sau recomandări pentru soluționarea problemelor.

După ce o bază de cunoștințe este construită trebuie dezvoltate mijloacele pentru soluționarea problemelor. În acest scop se utilizează tehnicile de bază cum sunt *căutarea* și *compararea* simbolurilor (pattern matching-ul). Cunoscându-se o informație inițială, de început, programul inteligent caută în baza de cunoștințe simbolurile sau structurile de simboluri, respectiv condițiile specifice, observă dacă se potrivesc cu faptele din baza de fapte și satisfac criteriile de soluționare a problemei. Se va urmări cel mai bun răspuns

Scanned with OKEN Scanner

obţinut din baza de cunoştinţe. Chiar dacă rezolvarea problemelor de inteligenţă artificială nu implică algoritmi, aceştia se utilizează la implementarea proceselor de căutare, întrucât inteligenţa artificială se bazează pe o altă paradigmă a programării calculatoarelor (vezi tabelul nr.1.1.).

Tabelul nr.1.1. *Diferenţe dintre inteligenţa artificială şi programele convenţionale*

Criteriul	P.I.A.	P. Convenţionale
Natura prelucrării	În principal simbolică	În principal numerică
Natura intrărilor	Pot fi incomplete	Obligatoriu complete
Căutarea	În principal euristică	Algoritmică
Explicaţii	Oferă explicaţii	Uzual nu oferă
Scopul principal	Cunoaşterea	Date şi informaţii
Structura	Separarea cunoaşterii de control	Controlul este integrat cu datele şi informaţiile
Natura ieşirilor	Pot fi incomplete	Obligatoriu corecte şi complete
Întreţinerea şi actualizarea	Relativ uşoară datorită modularităţii cunoaşterii	Uzual dificilă
Hardware	În principal PC-uri şi staţii de lucru	Toate tipurile de calculatoare
Capacitatea de raţionament	Da	Nu

Programele convenţionale au la bază algoritmi, definiţi pas cu pas şi realizează soluţionarea problemelor structurate.

1.1.2. Domeniile care au contribuit la fundamentarea inteligenţei artificiale

Dezvoltarea de maşini care să dispună de trăsături inteligente implică cele mai variate ştiinţe şi tehnologii: lingvistica, psihologia, filozofia, informatica, mecanica, hidraulica, biologia şi optica.

Intersecţia dintre psihologie şi inteligenţa artificială se sprijină pe domenii cum sunt: *ştiinţa cognotică* (cognition[1]) şi *psiholingvistica*. Filozofia şi inteligenţa artificială converg spre domenii ca logica, filosofia limbajului şi filozofia gândirii. Intersecţiile cu lingvistica includ lingvistica computaţională, psiholingvistica şi sociolingvistica, iar interacţiunile dintre ingineria electrică şi inteligenţa artificială includ procesarea imaginilor, teoria controlului, recunoaşterea formelor şi robotica.

Contribuţii la inteligenţa artificială s-au adus ulterior şi din partea managementului, teoriei organizaţiei, statisticii, matematicii ş.a.

Se observă din aceste scurte precizări varietatea disciplinelor care participă la inteligenţa artificială fie prin suprapunere, fie prin interacţiune. Este însă dificil de clasificat domeniul inteligenţei artificiale în conformitate cu aceste discipline.

Inteligenţa artificială nu este prin ea însăşi un domeniu comercial, ci este o ştiinţă şi o tehnologie bazate pe concepte şi idei izvorâte din cercetare, dar care nu pot fi comercializate ca atare. Totuşi, inteligenţa artificială oferă o fundamentare ştiinţifică pentru mai multe tehnologii comerciale foarte profitabile: sisteme inteligente de toate

[1] Cognotica – studiul prelucrării informaţiei de către oameni, despre cum gândesc şi soluţionează ei problemele. Nu agreem termenul de cogniţie propus în unele materiale.

Scanned with OKEN Scanner

tipurile, roboţi, senzori, calculatoare inteligente, instructori (tutori) inteligenţi, maşini care recunosc forme, care vorbesc etc.

1.2. ISTORIA INTELIGENŢEI ARTIFICIALE

Chiar dacă inteligenţa artificială este unul dintre cele mai recente domenii ale tehnologiei moderne, ea are deja o istorie legată strâns de aceea a tehnologiei informaţionale.

Tabelul nr.1.2., de mai jos, îl considerăm semnificativ în demersul nostru.

Tabelul nr.1.2. *Istoria inteligenţei artificiale*

ANII	EVENIMENTUL
3000-2778 înainte de Cristos	S-a realizat în Egipt primul sistem expert pe hârtie de papirus cu aplicaţie în chirurgie
200 I.C.	În China s-au realizat automate şi orchestre mecanice.
1930 D.C.	Se utilizează un analizor diferenţial în reglarea tirurilor artileriei.
1936	Alan Turing prezintă o maşină capabilă să soluţioneze orice problemă din matematici cu ajutorul unui alfabet şi unui set de reguli.
1950	Isaac Asimov prezintă trei legi ale roboticii.
1951	UNIVAC I - primul calculator electronic introdus pe piaţă, conceput de Eckert şi Mauchly.
1951	Marvin Minsky a construit primul calculator neuronal SNARK.
1955	Allen Newell, J.C. Shaw şi Herbert Simon au realizat primul limbaj de programare în inteligenţă artificială IPL II (*I*nformation *P*rocessing *L*anguage II)
1956	Newell, Shaw şi Simon creează programul numit Logic Theorist care în 1957 devine General Problem Solver. Se folosesc tehnici recursive pentru soluţionarea problemelor matematice în logica propoziţiilor.
1956	La colocviul de la Darthmouth College din New Hampshire (SUA) se lansează termenul "inteligenţă artificială" de către John McCarthy acceptat unanim pentru a desemna o nouă ştiinţă şi tehnologie. Nathaniel Rochester prezintă primul sistem neuronal realizat cu calculatorul electronic.
1957	Apare o descriere a PERCEPTRON-ului I, model care are capacitatea de a recunoaşte formele, de către F. Rossenblatt cu sisteme neuronale.
1959	Apare limbajul LISP, primul utilizat pe scară largă în înteligenţa artificială (John McCarthy).
1965	Începe proiectul DENDRAL, primul sistem expert, destinat analizei structurilor moleculare (B. Buchanan, E. Feigenbaum, J. Lederberg). Logica Fuzzy-Zadeh.
1966	Apare ELIZA – un program inteligent "psihanalist" (J. Weizenbaum) care interoga pacienţii.
1967	S-a creat primul laborator de inteligenţă artificială la M.I.T. (SUA).
1967	Încep lucrările la INTERNIST, primul sistem expert pentru diagnostic medical, de către A. Pople şi J. Myers, în prezent denumit CADUCEUS, funcţional din 1982.
1968	Apar reţelele semantice şi modelul memoriei asociative de Quillian.
1970	Apare limbajul PROLOG realizat de Alain Colmerauer şi Roussel (Franţa).
1973	Sistemul expert MYCIN pentru diagnostic medical.
1974	Apare primul robot controlat de calculatorul electronic.
1975	Tehnica Frames (cadre) de M. Minsky.
1976	PROSPECTOR – pentru expertiză geologică (Duda & Hart).
1977	OPS-shell utilizat în realizarea lui XCON/R1 (Forgy).

Scanned with OKEN Scanner

1978	Este lansat PROSPECTOR, un sistem expert pentru localizarea zăcămintelor geologice de R.O. Duda şi colegii săi.
1979	Algoritmul Rete pentru accelerarea execuţiei SEBR (Forgy).
Sfârşitul anilor '70 şi începutul anilor '80	Se înfiinţează primele firme specializate în inteligenţa artificială care încep să comercializeze sisteme expert.
1980	Sistemul expert XCON de la Digital Equipment Corporation pentru configurarea calculatoarelor.
1980	Maşinile LISP (Symbolics, LMI).
1983	KEE-shell (Intellicorp).
1985	CLIPS-shell (NASA).
1988	Piaţa sistemelor expert era deja de circa 400 milioane dolari SUA.
În anii '80	Se înfiinţează programul ESPRIT (European Strategic Program for Research in Information Technology) pentru Comunitatea Europeană.
Sfârşitul anilor '80 şi începutul anilor '90	Creşte numărul firmelor şi sistemelor expert comercializate, al sistemelor neuronale, roboţilor etc.
1990 şi următorii	Cercetări în domeniul agenţilor inteligenţi încorporaţi în medii reale (Newell, Laird, Rosenbloom).
1992	MARVEL - sistem expert în timp real care monitorizează zborurile spaţiale.
1994	PEGASUS - program inteligent pentru recunoaşterea vorbirii.

Nu putem să nu menţionăm că, prin lucrările lor, Newel şi Simon popularizează utilizarea regulilor pentru reprezentarea cunoaşterii umane şi raţionamentul cu reguli, iar motorul de inferenţe al sistemelor expert corespunde procesorului cognitiv propus de aceşti doi titani în domeniul inteligenţei artificiale deoarece modelul de rezolvare a problemelor umane în termeni de memorie pe termen lung (reguli), memorie pe termen scurt (memorie de lucru) şi procesor cognitiv (motor de inferenţe) constituie bazele sistemelor expert actuale (SEBR-sistemele expert bazate pe reguli). Sistemele bazate pe reguli constituie cea mai populară metodă de implementare a sistemelor expert de astăzi. Vastele cercetări şi multiplele realizări sintetizate de noi sunt numai un sumar al celor mai importante dezvoltări care acoperă mari proiecte şi ani de muncă, toate demonstrând că realitatea a depăşit ficţiunea spre folosul umanităţii.

1.3. DEFINIŢII ALE INTELIGENŢEI ARTIFICIALE

Pentru mai buna înţelegere a sistemelor inteligente, trebuie să ne plasăm în contextul mai larg al inteligenţei artificiale. Cercetătorii în acest domeniu s-au interesat progresiv atât de inteligenţa artificială, cât şi de inteligenţa naturală până când li s-au relevat toate detaliile. În prezent se observă un efort deosebit pentru modelarea unor funcţii ca vorbirea, vederea artificială, înţelegerea, mişcarea în spaţiu ş.a.; toate, pentru om, doar percepţii banale însă foarte complexe şi dificil de modelat pe cale informatică. Funcţiile implementate la nivelul calculatorului oferă rezultate deja încurajatoare în comparaţie cu eficienţa demonstrată de inteligenţa umană şi confirmă recunoaşterea disciplinei numite inteligenţă artificială. Credem că prezintă interes câteva definiţii din literatura de specialitate pentru acest domeniu atractiv. E. Feigenbaum şi P. Mc Corduck arată că termenul latin "*intelegere*" înseamnă a alege dintre, a înţelege, a percepe şi a şti, iar obiectul capabil de a reuni, a aduna, a alege, a înţelege, a percepe şi a şti este un obiect cu inteligenţă artificială.

Scanned with OKEN Scanner

Clyde W. Holsapple şi Andrew B. Winston spun că inteligenţa artificială se străduieşte să creeze maşini capabile de comportament inteligent aşa cum se observă la oameni, iar aptitudinea de a înţelege limbajul natural şi de a raţiona sunt două chei importante ale inteligenţei reprezentând fiecare câte un domeniu de cercetare pentru inteligenţa artificială.

Academicianul român Mihai Drăgănescu arată că inteligenţa artificială este o derivată a inteligenţei naturale, care capătă forme concret sociale, în sensul că dezvoltă inteligenţa socială în mod direct şi indirect, ca urmare a intereselor în activitatea economico-socială.

Foarte sugestivă este şi menţiunea lui Patrick Winston în sensul că inteligenţa artificială se ocupă cu studiul ideilor care permit calculatoarelor să efectueze acele lucruri care fac pe oameni să pară inteligenţi. Obiectivele principale ale inteligenţei artificiale sunt de a face mai utile calculatoarele electronice şi de a înţelege principiile care fac posibilă inteligenţa.

Sunt cercetători români de valoare care au tratat acest domeniu obţinând rezultate recunoscute. De exemplu, Luca Dan Şerbănaţi şi Cristian Giumale arată că "prin inteligenţa artificială se înţelege acea parte a informaticii care se ocupă cu proiectarea şi construirea maşinilor inteligente, acele maşini capabile să realizeze funcţii ale intelectului uman".

Inteligenţa artificială este astăzi destinată celor mai diverse tipuri de produse, în care se pot încorpora microprocesoare şi programe inteligente, nu numai domeniului calculatoarelor. Ea are în vedere în mod deosebit "dotarea" acestora cu un comportament inteligent[2], asemenea omului.

Considerăm reprezentative şi definiţiile sistematizate de către Russel şi Norvig în cartea lor "*Artificial Intelligence. A modern approach.*", în baza cărora autorii sintetizează că "sistemele inteligente sunt acele sisteme care gândesc şi acţionează ca oamenii, în sensul că gândesc raţional şi acţionează raţional"[3]

În lumina tuturor acestor definiţii, se poate conchide că inteligenţa artificială abordează probleme pentru care omul este mai performant decât maşina.

Potrivit definiţiei date de Elaine Rich, şi anume "inteligenţa artificială este domeniul care studiază cum se face ca să se execute cu calculatorul electronic sarcini pentru care omul este astăzi cel mai bun", creierul uman se arată de o complexitate deosebită şi de o eficacitate incomparabilă în multe domenii. Această eficacitate se

---

[2] Semnalmentele care indică un comportament inteligent sunt:
- învaţă sau înţelege din experienţă;
- găseşte sens în mesajele ambigue sau contradictorii;
- răspunde rapid şi cu succes în situaţiile noi (flexibilitate);
- utilizează raţionamentul în rezolvarea problemelor;
- înţelege şi inferează pe căile simple şi raţionale;
- aplică cunoaşterea pentru manipularea mediului în care acţionează;
- achiziţionează şi aplică cunoaşterea în propria activitate;
- recunoaşte importanţa relativă a diferitelor elemente dintr-o situaţie dată.

(vezi Turban, E., *Decision Support Systems and Expert Sustems: Management Support Systems*, 3rd Edition, Macmillan, NY, 1993, *p. 433)*.

[3] Russel, S.J., Norvig, P., *Artificial Intelligence, A modern Approach*, Prentice Hall, New Jersey, 1995, p. 5.

Scanned with OKEN Scanner

datorează mecanismelor de raţionament şi învăţare specifice pe care încearcă să le modeleze sistemele de inteligenţă artificială.

1.4. INTELIGENŢA ARTIFICIALĂ ÎN APLICAŢII

Interesul pentru inteligenţa artificială a crescut în ultimii ani datorită răspândirii aplicaţiilor comercializate, în sensul că, din ce în ce mai multe întreprinderi şi organizaţii au început să folosească această tehnologie şi dispun de personal specializat în domeniu.

O perspectivă relativ completă a aplicaţiilor inteligenţei artificiale ne-o oferă diagrama din figura 1.1

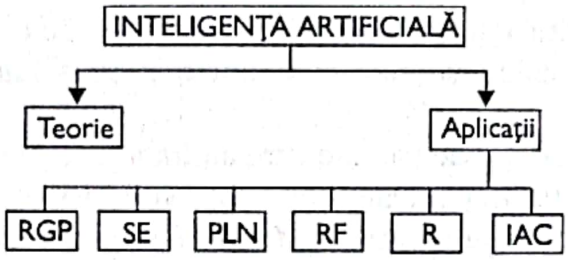


Fig. nr.1.1 *Aplicaţiile inteligenţei artificiale*

RGP = rezolvitoare generale de probleme;
SE = sisteme expert;
PLN = prelucrarea limbajului natural;
RF = recunoaşterea formelor;
R = robotica;
IAC = învăţământul asistat de calculator.

RGP

De mulţi ani, unul din scopurile inteligenţei artificiale a fost dezvoltarea tehnicii care să ajute omul, cercetătorii, economiştii, inginerii etc. să rezolve probleme mai repede şi mai uşor. Eforturile din anii '50–'60 s-au orientat spre obţinerea unui model care să rezolve o gamă cât mai largă de probleme. În anii '70, cercetătorii în inteligenţa artificială recunosc faptul că pentru a dezvolta un astfel de model (General Problem Solver) este necesară o cât mai bună apropiere de domeniul specific problemei. Această recunoaştere a catalizat preocupările şi s-au reuşit realizări aplicative în direcţiile planificării şi programării – două probleme care prezintă un interes special pentru întreprinderi şi producţie în general. S-a reuşit dezvoltarea unor programe de inteligenţă artificială pentru planificarea optimală în care se comunică la intrare paşii şi restricţiile problemei şi se obţin la ieşire rezultatul final – planuri optime. Şi în cadrul problemelor de programare din întreprinderi, care implică personal, stocuri şi alte resurse, se urmăreşte maximizarea eficienţei şi minimizarea costului, existând deja programe de inteligenţă artificială capabile să soluţioneze cele mai complexe probleme. Un alt tip de probleme, care au făcut mereu obiectul cercetărilor şi proiectării de sisteme inteligente, îl constituie demonstrarea teoremelor şi reducerea formulelor. Şi pentru aceasta există în prezent

Scanned with OKEN Scanner

tehnici de inteligență artificială bine puse la punct, capabile să verifice rezultatele muncii din laboratoare sau din domeniile respective.

SE

Sistemele expert constituie un domeniu fertil mai ales pentru întreprinderi. Ele satisfac vechiul vis de obținere a mașinilor inteligente pentru că emulează raționamentul uman pentru sarcini specifice unor domenii relativ restrânse.

Sistemele expert sunt destinate simulării comportamentului unui expert uman, când acesta încearcă să rezolve probleme complexe dintr-un domeniu dat. Cheia succesului unui sistem expert stă în validitatea și completitudinea cunoașterii care-i este oferită.

Atunci când cunoașterea este combinată prin cele mai variate tehnici de inferență specifice inteligenței artificiale, rezultatul este un sistem capabil să rezolve probleme cu rezultate care uneori depășesc performanța sistemului uman. Orice domeniu în care experții umani sunt utilizați la soluționarea problemelor devine domeniu potențial pentru utilizarea sistemelor expert. Există un număr de aspecte legate de selecția problemei și dezvoltarea sistemelor expert pe care le vom aborda detaliat în capitolele următoare.

Imaginea asupra soluționării problemei la care se ajunsese în anii '60-'70 era aceea a găsirii unui mecanism cu scop general (GPS) care să dispună de toți pașii necesari identificării soluțiilor complete. Experimentele făcute la proiectul DENDRAL au scos în evidență necesitatea separării cunoașterii sub forma regulilor de mecanismul de raționament. Așa s-a ajuns la experimentarea metodologiei sistemlor expert aplicate unor segmente ale expertizei umane pe proiectul numit HPP (Heuristic Programming Project) de către Eduard Feigenbaum (fostul student al lui Herbert Simon) și colaboratorii săi[4].

PLN

De la începutul producerii calculatoarelor, comunicația dintre calculatoare și oameni nu a fost naturală din punctul de vedere al factorului uman. În prezent, atenția este din ce în ce mai mult îndreptată spre îmbunătățirea comunicării om-calculator. Tot mai mulți cercetători sunt convinși că ideal pentru comunicarea cu calculatorul este limbajul vorbit, cel natural, de zi cu zi al omului, în locul tastaturilor sau altor instrumente de comunicație. S-au obținut deja rezultate notabile în utilizarea limbajului natural pentru comunicarea cu calculatoarele electronice.

Problemele comunicației în limbaj natural rămân însă deosebit de complexe; limbajul natural nu este ușor de înțeles din cauza cuvintelor cu semnificații multiple (polisemie), în funcție de context, iar sistemele dezvoltate pentru utilizarea limbajului natural sunt departe de a da un randament corespunzător pentru înțelegerea deplină a limbii vorbite, ele sunt limitate la un set de structuri lingvistice. Sistemele de înțelegere a

---

[4] Feigenbaum, E.A., Buchanan, B.G., Lederberg, J., On generality and problem solving: A case study using the the DENDRAL program, In Meltzer, B., Michie, D., Editors, Machine Intelligence, 6, 1971, Edinburgh University Press, Edinburgh, U.K.

Scanned with OKEN Scanner

limbajului natural utilizează una din cele două tehnici de bază:(1) cuvântul cheie şi (2) analiza sintactică/semantică.

Sistemele care utilizează tehnica "cuvântului cheie" încearcă să infereze o semnificaţie din comunicare, tocmai din semnificaţia cuvântului cheie al comunicării. Sistemele care utilizează "analiza sintactică/semantică" sunt mai promiţătoare pentru obţinerea de sisteme comerciale. La aceste sisteme o frază este fragmentată (parse) în părţi de vorbire (subiect, predicat) şi se încearcă inferarea semnificaţiei din această analiză. Întotdeauna este necesară o mare cantitate de memorie pentru un dicţionar cât mai cuprinzător – de exemplu sistemul ELIZA.

Strâns legate de prelucrarea limbajului natural există deja realizări pentru recunoaşterea vorbirii (speach recognition) şi pentru sinteza vorbii (speach synthesis). Sistemele pentru recunoaşterea vorbirii înţeleg limbajul natural pe care-l acceptă la intrare prin voce. Semnalul vocal analogic este transformat în semnale numerice care pot fi prelucrate în calculator. Aceste sisteme sunt capabile să recunoască numai vocea umană, eventual un număr restrâns de cuvinte.

Sistemele pentru sinteza vorbirii generează vorbirea în limbaj natural. Deocamdată se fac încercări pentru ca oamenii să audă şi să înţeleagă perfect comunicarea pe care o face calculatorul în limbaj natural, iar rezultatele sunt deja apreciate.

RF

Recunoaşterea formelor sau Computer Vision constituie un subdomeniu distinct al inteligenţei artificiale care se ocupă de dotarea calculatoarelor cu proprietatea de a vedea şi efectua pe această bază anumite sarcini.

Sistemele de recunoaştere a formelor sunt capabile să identifice trăsăturile obiectelor reale sau imaginile acestora, iar informaţia astfel obţinută o utilizează pentru soluţionarea anumitor probleme. În asemenea situaţii se utilizează tehnici de căutare şi pattern matching pentru preluarea informaţiei vizuale. Ele pot sesiza detalii care scapă ochiului uman. Există deja aplicaţii în câteva domenii: robotică, examinarea fotografiilor aeriene etc.

Aceste sisteme sunt foarte complexe şi reclamă o mare cantitate de resurse, sunt limitate la situaţii în timp real şi se depun în continuare eforturi pentru îmbunătăţirea vitezei de prelucrare şi gestiune a memoriei.

R

Robotica înseamnă dotarea maşinii cu capacitatea de a se deplasa. Roboţii, la început o ficţiune, acum au un număr însemnat de trăsături şi sunt capabili să execute un număr important de sarcini, mai ales în producţie (manufacturing), în mediu periculos pentru om, operaţii repetitive, obositoare (în mină, lucru cu explozivi etc.). De obicei, roboţii au un braţ cu câteva articulaţii care sunt mişcate sub controlul unui program inteligent.

Scanned with OKEN Scanner

Scopul cercetărilor în robotică este încorporarea programelor inteligente în roboţi, care să le permită să execute sarcini cu o mai mare "inteligenţă" şi eventual sisteme expert şi sisteme de recunoaştere şi sinteză a vocii.

IAC

Învăţământul asistat de calculator este un subdomeniu al inteligenţei artificiale în legătură cu o interfaţă utilizator foarte dezvoltată şi un sistem expert care controlează şi ajustează din mers nivelul cursului în funcţie de nivelul elevului/studentului şi dificultatea dorită, compară tehnicile folosite de elev/student cu cele ale expertului în domeniu şi ajută elevul/studentul în cursul rezolvării, atunci când s-a blocat în raţionamentele făcute.

1.5. ROLUL INTELIGENŢEI ARTIFICIALE ÎN ÎNTREPRINDERI

Din punct de vedere istoric, calculatoarele au avut de jucat şi joacă un rol major în lumea economică a întreprinderilor şi afacerilor. Acest rol se extinde o dată cu tehnologiile informatice reale din ce în ce mai performante.

- Începutul a fost marcat de sistemele de prelucrare a datelor, s-a continuat cu sistemele informatice pentru management şi cu sistemele de sprijinire a deciziilor, iar acum cu sistemele expert. Însă rolul inteligenţei artificiale se manifestă cu adevărat o dată cu pătrunderea sistemelor expert în întreprinderi, în toate sectoarele sale funcţionale.
- Sistemele de prelucrare a datelor, aşa-zisele sisteme informatice clasice, folosesc proceduri predeterminate pentru manipularea datelor, în privinţa gestiunii imobilizărilor, gestiunii personalului, gestiunii stocurilor etc. şi care implică, de fapt, prelucrarea de tranzacţii. Ele se utilizează ca instrumente care ajută la soluţionarea problemelor în care intervine prelucrarea datelor, iar rezultatele obţinute sunt interpretate de către un decident. Din cauza marilor volume de date din lumea întreprinderilor este nevoie de sisteme informatice din ce în ce mai complexe şi cu un grad mare de integrare.
- *Sistemele informatice pentru management* (Management Information Systems) au drept scop agregarea şi selectarea datelor din fişierele şi bazele de date ale sistemelor informatice din întreprindere pentru a le da o semnificaţie informaţională la ieşire către factorul decizional. În mod uzual, aceste sisteme se caracterizează prin raportări de excepţie către management şi vin în întâmpinarea metodelor moderne de management.

Într-un sistem managerii încorporează criterii de selecţie a datelor şi informaţiilor bazate pe relevanţa conţinutului lor pentru management, în programe care operează asupra datelor din fişiere sau baze de date.

Sistemele informatice pentru management sunt foarte oportune în situaţiile în care structura problemelor de soluţionat este cunoscută. Astfel de probleme se numesc probleme structurate şi există un set de soluţii deterministe, bazându-se totodată pe experienţa trecută.

Când problemele cresc în complexitate, sistemele informatice pentru management, oricâte modele ar conţine, devin neadecvate mai ales atunci când beneficiarul acestora este un manager fără experienţă. Soluţionarea problemelor în asemenea situaţii este posibilă cu ajutorul sistemelor de sprijinire a deciziei.

Scanned with OKEN Scanner

• Sistemele de sprijinire a deciziei (Decision Support Systems[5]) sunt menite să asiste managerii, să-i ajute la luarea deciziilor cele mai eficiente. In final, managerul este acela care ia decizia, dar sistemul permite folosirea raţionamentului asupra alternativelor sprijinind în felul acesta procesul decizional.

Asemenea sisteme nu sunt destinate să genereze soluţii sau recomandări, ci numai ajută managerii care întâmpină dificultăţi în soluţionarea problemelor. Trebuie făcută observaţia că un număr important de domenii ale managementului se află în atenţia proiectanţilor de sisteme de sprijinire a deciziilor în vederea introducerii de caracteristici ale inteligenţei artificiale. Prelucrarea limbajului natural şi sistemele expert sunt de cel mai mare interes întrucât intenţia este de a se obţine sisteme de sprijinire a deciziilor mai puternice şi mai uşor de utilizat sub aspectul interfeţei om-calculator.

Se poate observa o anumită similitudine între sistemele de sprijinire a deciziei şi sistemele expert, dar şi mari diferenţe.

În ce priveşte similitudinea, trebuie observat că sistemele de sprijinire a deciziei şi sistemele expert derivă oarecum din discipline similare:

- sistemele de sprijinire a deciziei din comportamentul managerial şi sistemele informatice;
- sistemele expert din psihologia cognitivă şi sistemele informatice;
- ambele implică utilizarea calculatoarelor electronice în optimizarea luării deciziilor.

Şi acum deosebirile:

- scopul unui sistem expert este de a înlocui omul (managerul) prin captarea cunoaşterii de la un expert şi a expertizei sale;
- scopul general al unui sistem de sprijinire a deciziei constă în asistarea decidentului şi nu în înlocuirea sa.

Această deosebire nu este atât de clară pe cât se afirmă, însă chiar dacă sistemul expert este utilizat pentru a înlocui omul, utilizatorul său este de fapt cel ajutat în luarea deciziilor. Dar, în timp ce sistemul expert sugerează o soluţie sau face recomandări de alternative decizionale, utilizatorul nu este obligat să decidă chiar ce i s-a sugerat de către sistem. Cu privire la acest aspect trebuie observată unica diferenţă dintre sistemele de sprijinire a deciziei şi sistemul expert.

Trebuie observat totodată că există deja un mare număr de sectoare ale întreprinderii în care inteligenţa artificială poate juca un rol major. Dintre acestea fabricaţia este cel mai fertil.

Roboţii deja s-au introdus împreună cu tehnicile de recunoaştere a formelor în celule flexibile de fabricaţie şi liniile de asamblare periculoase pentru om. Prelucrarea limbajului natural este utilizată în interfeţele om-maşină. Dar toate acestea constituie numai vârful aisbergului.

Sistemele inteligente joacă un rol interesant în **politicile manageriale asupra cunoaşterii** referitoare la: (1) competitivitatea firmei, (2) calitatea totală, (3) rapiditatea reacţiei faţă de competitori, (4) reducerea costurilor, (5) coerenţă şi dinamism în comportament.

---

[5] Nu suntem pentru utilizarea noţiunii de S.I.A.D., un artifact nereuşit al şcolii franceze.

Scanned with OKEN Scanner

Datorită faptului că astfel de politici sunt considerate cele mai rentabile pentru întreprindere, specialiștii insistă în prezent asupra **managementului cunoașterii**, aspect care necesită capitalizarea și transmiterea cunoașterii (know-how, savoir-faire), lărgirea patrimoniului de cunoaștere prin tezaurizare, ajungându-se la fundamentarea conceptului de **memoria întreprinderii**[6] (ansamblul bunurilor nemateriale care constituie principala bogăție a întreprinderii). Termenul de management al cunoașterii este deja adoptat pe scară largă și are legătură directă cu sistemele expert. De aceea, în modelarea întreprinderii sunt recunoscute și utilizate următoarele ipoteze: (1) ipoteza sistemică, (2) ipoteza cognitivistă și (3) ipoteza conexionistă.

Ipoteza sistemică se bazează pe principiul interconectării subsistemelor întreprinderii (operațional, informațional și decizional) cu subsistemul care are drept obiectiv managementul și circulația cunoașterii, denumit subsistemul de cunoaștere (fig. nr.1.2).

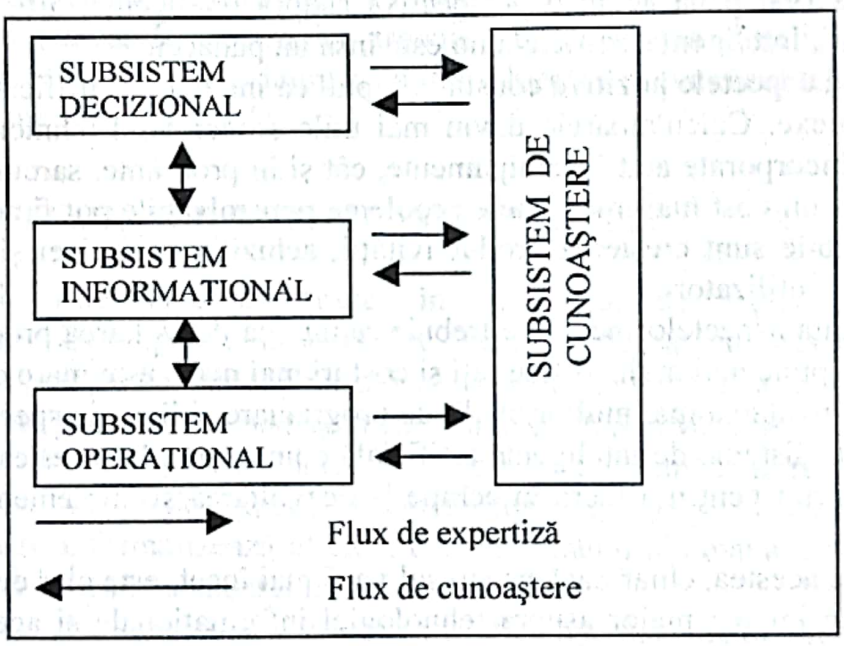


Fig. nr.1.2. *Structura sistemică a întreprinderii*

Ipoteza cognitivistă se bazează pe un ansamblu de simboluri și de reguli cu ajutorul cărora se modelează cunoașterea. Se poate, cu ajutorul metodologiei sistemelor expert, selecta sistemul de simboluri pentru codificarea entităților reale din întreprindere și li, se evaluează puterea lor semantică, iar cu ajutorul unor instrumente inteligente adecvate se pot soluționa o gamă largă de probleme specifice. Sub acest aspect, o concluzie, tot mai des rezultată din cercetări, se referă la transformarea sistemelor informaționale în (sau integrarea lor cu) sistemele bazate pe cunoștințe.

[6] Bastianelo, F., *L'informatique, memoire de l'entreprise*, Edition MASSON, Paris, 1996 p. 10-14.

Scanned with OKEN Scanner

Ipoteza conexionistă, tot mai prezentă din anii '90, se referă la modelarea neuronală a întreprinderii, care se bazează pe conceptul de percepţie şi/ recunoaştere, concretizat în reţele neuronale artificiale, o categorie distinctă de sisteme inteligente.

Sub aspect tehnologic, sistemele inteligente de pe raza întreprinderii sunt situate alături de tehnologii cum sunt: (1) gestiunea electronică a documentelor, (2) tehnologia grupurilor de lucru (groupware), (3) tehnologia proceselor cooperative (workflow processes), (4) mesageria electronică (E-mail), (5) videoconferinţele, (6) tehnologia depozitelor de date (datawarehouse), un instrument de sprijinire a deciziei şi managementului din ultima generaţie, folosit pentru analiză şi conducerea întreprinderii mult mai evoluat decît actualele DSS (Decision Support Systems), EIS (Executive Information Systems) etc.

1.6. AVANTAJELE ŞI LIMITELE INTELIGENŢEI ARTIFICIALE

Am observat până acum o perspectivă asupra inteligenţei artificiale care oferă multe promisiuni. Inteligenţa artificială nu este însă un panaceu.

Unul din aspectele pozitive constă în faptul că inteligenţa artificială poate rezolva probleme complexe. Calculatoarele devin mai utile atunci când tehnici ale inteligenţei artificiale sunt încorporate atât în echipamente, cât şi în programe, sarcinile se realizează mai eficace şi la un cost mai mic. Unele probleme nerezolvabile pot fi acum soluţionate. Beneficiile posibile sunt creşterea productivităţii, achiziţia expertizei şi medii de lucru mai sigure pentru utilizatori.

În privinţa aspectelor negative trebuie reţinut că dezvoltarea produselor program inteligente presupune mai multe dificultăţi şi costuri mai mari, este mare consumatoare de timp şi implică învăţarea mai multor medii de programare şi limbaje specifice. În fapt, nu există prea multe sisteme de inteligenţă artificială comerciale. La acestea se adaugă lipsa personalului instruit pentru a lucra în echipe la dezvoltarea şi implementarea sistemelor inteligente.

Cu toate acestea, chiar dacă progresul va fi mai încet, este clar deja că inteligenţa artificială are un impact major asupra tehnologiei informaţionale şi acest impact se va amplifica în toate domeniile aplicative menţionate mai înainte, precum şi asupra altora încă nebănuite.

Calculatoarele inteligente devin sisteme cu o productivitate net superioară calculatoarelor electronice actuale dacă sunt introduse în întreprinderi.

Credem că nu ar fi lipsită de interes o opinie formulată în legătură cu avantajele comerciale ale inteligenţei artificiale şi contrastul acesteia în raport cu inteligenţa naturală.

Se recunoaşte în acest sens că inteligenţa artificială nu este atât de perisabilă ca inteligenţa naturală şi oferă şansa diseminării prin duplicare, lucru extrem de util pentru învăţare. Trebuie remarcat şi faptul că inteligenţa artificială este mai ieftină decât inteligenţa naturală în sensul că sarcinile prestate de un calculator inteligent sunt mai ieftine decât ale unui expert uman pe termen lung. Inteligenţa artificială este mai consistentă şi temeinică, ea poate fi documentată prin aşa-numitele "trase" ale activităţii sistemului inteligent, în timp ce inteligenţa naturală este dificil de reprodus mai ales că

Scanned with OKEN Scanner

persoanele experți își pot schimba raționamentele în funcție de situația care le convine cel mai mult.

Se pot remarca și avantajele inteligenței naturale asupra inteligenței artificiale: inteligența naturală este creativă, în inteligența artificială sunt necesare construcții mai dificile pentru acest lucru; inteligența naturală permite oamenilor să beneficieze și să utilizeze experiența senzorială directă, în timp ce inteligența artificială utilizează numai intrări simbolice; inteligența naturală face uz de contextul experienței, în timp ce inteligența artificială se concentrează numai pe specific.

Din avantajele inteligenței naturale asupra inteligenței artificiale rezultă și limitele sistemelor expert.

Calculatoarele se pot utiliza pentru colectarea și prelucrarea informațiilor despre obiecte, evenimente, procese etc., mai eficient decât o pot face oamenii. Oamenii însă, din instinct, pot realiza lucruri deosebit de dificile pentru un program inteligent: recunosc relațiile dintre lucruri, simt calitățile obiectelor cu care intră în contact, identifică structuri simbolice sau explică relația dintre astfel de structuri.

Dacă calculatoarele electronice trebuie să devină mai inteligente, atunci ele trebuie să facă aceleași asocieri dintre calitățile obiectelor, evenimentelor și proceselor care sunt la oameni atât de naturale.

1.7. CATEGORII DE SISTEME INTELIGENTE

Sistemele inteligente constituie, în momentul de față, acea tehnologie informațională de vârf, capabilă să identifice "ceva cât de cât important pentru mersul afacerilor, poate chiar fundamental pentru evoluția firmei, eventual structuri și relații care ar putea transforma practicile de management și afaceri"[7]. Am văzut deja că ele dispun de un repertoriu de tehnici specifice inteligenței artificiale cum sunt rețelele neuronale, algoritmii genetici, sistemele expert, sistemele fuzzy (vagi) și sistemele hibride. Cu ajutorul acestora se informatizează eficient câteva domenii ale managementului, în care intervine expertiza umană considerabilă.

Cercetarea de specialitate a dovedit eficiența sistemelor inteligente pentru domeniul economic, în aplicații de genul desfacerii produselor bancare, investițiilor în portofolii, supravegherea bancară, planificarea, asigurările, diagnosticul financiar, gestiunea resurselor umane, contabilitate și audit, impozitare și multe alte tipuri de probleme rău structurate, de tip diagnostic, planificare, proiectare, control și monitorizare.

Sistemele neuronale artificiale

Sistemele neuronale artificiale au apărut în anii '80 și au la bază metoda rețelelor neuronale de reprezentare a cunoașterii. Paradigma lor poartă numele de conexionism, deoarece modelează soluțiile problemelor prin instruirea neuronilor artificiali conectați în rețele configurate în prealabil cu ajutorul unor medii de dezvoltare specifice. Neuronii artificiali sunt automate elementare al căror mod de funcționare se inspiră din funcționarea neuronilor biologici. Numeroși cercetători care au investigat rețelele neuronale au observat că ele oferă un mare potențial pentru management.

---

[7] Goonatilake, S., Treleaven, P., (Eds), *Intelligent Systems for Finance and Business*, John Wiley, Chichester, 1995, p. 2-3.

Scanned with OKEN Scanner

Sistemele neuronale constituie cea mai bună opţiune atunci când există foarte multe date, informaţii şi cunoştinţe empirice, şi nu pot fi realizaţi algoritmi suficient de rapizi şi corecţi pentru prelucrarea acestora.

Pe lângă fiabilitate înaltă, sistemele neuronale oferă şi o bună funcţionalitate la un preţ de întreţinere mic.

Toate aceste caracteristici fac din sistemele neuronale artificiale mijloace informatice foarte atractive pentru soluţionarea problemelor de marketing bancar, comercializarea titlurilor, evaluarea creditelor, diagnosticul financiar al firmelor şi optimizări dintre cele mai diverse. De aceea, există numeroase sisteme neuronale în sectoarele comercial şi financiar-bancar.

In literatura de specialitate sunt considerate mai reprezentative două asemenea sisteme: sistemul neuronal pentru detectarea fraudelor cu cărţi de credit al companiei Visa International, utilizat de cinci bănci din Canada şi zece bănci din SUA, şi respectiv sistemul neuronal CHRIS (Card Holder Risk Identification Service), care identifică tranzacţiile de la staţiile de benzină achitate tot cu cărţi de credit şi raportează fraudele eventuale. Merită menţionate şi sistemele neuronale de predicţie a falimentului băncilor sau de previziune a clasificării titlurilor de credit emise de societăţile comerciale pe o scară prestabilită (AAA, AAB etc.)

Sistemele inteligente bazate pe algoritmi genetici

Mecanismul specific acestor sisteme este inspirat din funcţionarea sistemelor biologice, în sensul că încurajează soluţiile candidat capabile să rezolve o problemă şi penalizează soluţiile fără succes. In felul acesta se obţin, după mai multe generaţii, soluţii foarte bune pentru probleme de optimizare complexe, cu un mare număr de parametri.

Ideea de bază a unui algoritm genetic constă în a se începe cu o populaţie de soluţii pentru o anumită problemă şi a produce noi generaţii de soluţii, fiecare mai performantă decât precedentele. Fazele ciclului prin care operează un asemenea algoritm sunt: (1)crearea unei populaţii de "membri" (soluţii candidat la rezolvarea unei probleme), (2) selecţia membrilor care s-au adaptat cel mai bine necesităţilor problemei de soluţionat, (3) reproducerea (se folosesc operatorii genetici de încrucişare şi mutaţie, pentru a obţine noi membri), (4) evaluarea gradului în care noii membri corespund mai bine soluţionării problemei şi (5) abandonarea populaţiei vechi prin înlocuirea ei cu populaţia nouă din noua generaţie. Un asemenea ciclu se repetă până când este identificată cea mai bună soluţie la problema în cauză (vezi fig. nr. 1.3).

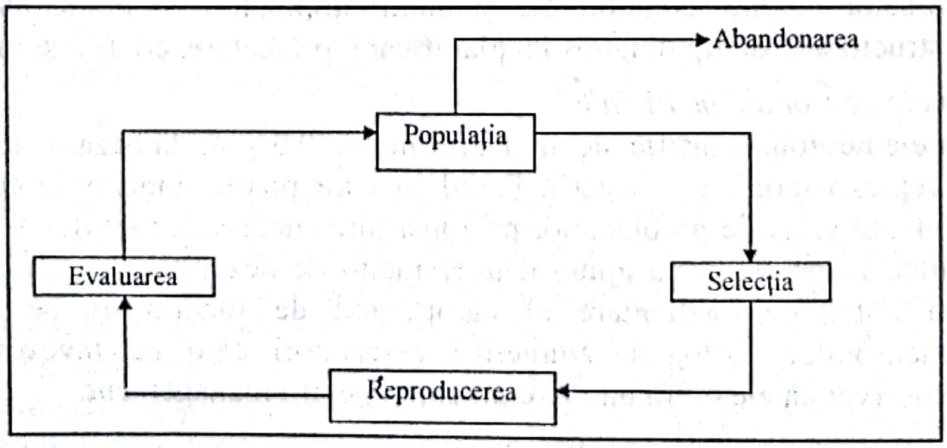


Fig. nr. 1.3. *Fazele ciclului algoritmilor genetici*

Scanned with OKEN Scanner

Datorită structurii lor inerent paralele, sistemele inteligente bazate pe algoritmi genetici s-au dovedit performante în problemele de căutare şi identificare a structurilor şi relaţiilor specifice în cadrul bazelor de date şi bazelor de cunoştinţe voluminoase (data mining). Un succes particular s-a obţinut cu ele în problemele de optimizare referitoare la selectarea personalului şi selectarea portofoliilor.

Şi aceste sisteme, deoarece pot învăţa relaţii şi structuri complexe în cadrul seturilor de informaţii şi cunoştinţe incomplete, se pot adapta schimbărilor survenite în mediile în care funcţionează şi pot fi utilizate ca instrumente pentru descoperirea unor cunoştinţe noi. Ele pot oferi explicaţii la deciziile luate într-un format perceptibil de către om.

Aplicaţiile acestor sisteme s-au diversificat rapid şi s-au dovedit utile în domeniile afacerilor financiare, comerţului cu titluri, evaluării creditelor, detecţiei fraudelor şi predicţiei falimentului. De exemplu, unii cercetători au folosit asemenea sisteme la inferarea unor reguli pentru predicţia falimentului întreprinderilor, pe baza indicatorilor financiari obţinuti din bilanţ (financial ratios). Alţi cercetători descriu modul de utilizare a algoritmilor genetici în alocarea bugetară, în vederea asistării guvernelor şi admnistraţiilor locale la adoptarea celor mai bune decizii.

Sistemele fuzzy

Sistemele inteligente bazate pe logica fuzzy dispun de o flexibilitate deosebită şi s-au dovedit performante într-o varietate de aplicaţii de control industrial şi de recunoaştere a structurilor, începând cu scrisul de mână şi terminând cu evaluarea creditelor. Există numeroase produse industriale de larg consum, inclusiv maşinile de spălat automate, cuptoarele cu microunde sau aparatele de fotografiat, care utilizează logica fuzzy în mecanismele lor de control.

Esenţială pentru flexibilitatea sistemelor inteligente bazate pe logica fuzzy este noţiunea de fuzzy set (grup vag). De exemplu, în teoria convenţională a seturilor, pentru o aplicaţie de marketing se pot clasifica preţurile unor produse particulare (pantofi, de pildă) în două seturi distincte, foarte bine demarcate, ieftine şi scumpe, aşa cum se arată în fig. nr. 1.4.

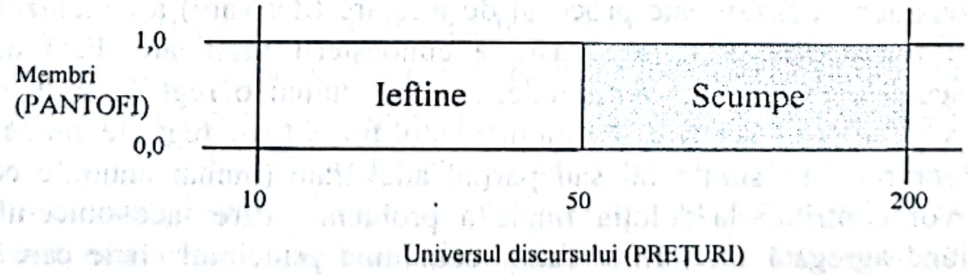


Fig. nr. 1.4. *Diagramă pentru un set convenţional*

Logica fuzzy permite o reprezentare mult mai realistă a fenomenelor, în sensul că vizualizează clar declinul gradual al tăriei setului "ieftine" şi respectiv creşterea tăriei setului "scumpe", pe măsura evoluţiei preţurilor la pantofi (fig.1.5).

Scanned with OKEN Scanner

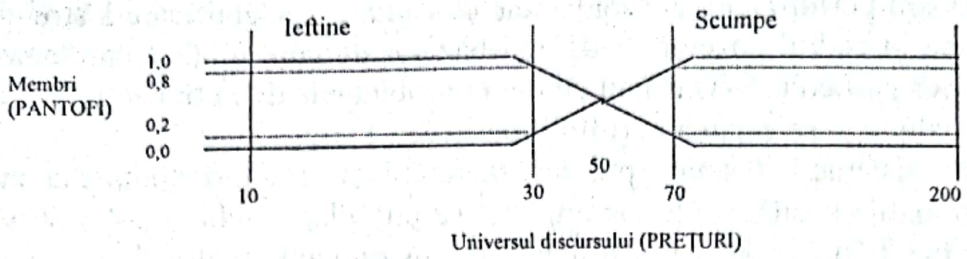


Fig. nr. 1.5. *Diagramă pentru setul fuzzy*

În figura nr. 1.5, valorile variabilei PREȚURI, (10-200), reprezentate pe axa orizontală se referă la universul discursului. Valorile membrilor fuzzy, de pe axa verticală, reprezintă grade ale unui preț particular fixate pe scara 0,0 - 1,0. Această diagramă se citeşte astfel: *când prețul unei perechi de pantofi este de 10 unități monetare, atunci valoarea în setul fuzzy "ieftine" este de 1,0, iar valoarea în setul fuzzy "scumpe" este de 0,0. Invers, când prețul este de 200 unități monetare, atunci setul fuzzy "scumpe" are valoarea maximă 1,0, iar setul fuzzy "ieftine" are valoarea 0,0.*

In mod uzual, aceste forme şi limite de scară ale diagramei fuzzy, pentru un domeniu aplicativ particular, se stabilesc de către un expert. După ce s-au definit funcțiile membrilor seturilor fuzzy, orice nou membru se va încadra într-una dintre valorile fuzzy aflate între cele două limite prestabilite. De exemplu, pantofilor cu prețul de 35 unități monetare le corespund valoarea 0,8 în setul "ieftine" şi valoarea 0,2 în setul "scumpe".

In permanență are loc o conversie a datelor, între membrii seturilor fuzzy, care poartă numele de fuzificare. In sistemele expert, regulile de inferență fuzzy specifică relațiile dintre variabilele fuzzy şi vor fi elaborate de către expert împreună cu cognoticianul. De exemplu, regula R1:

R1: *IF prețurile sunt mari*
AND producția este mică
THEN activitatea la bursă este slabă

Raționamentul fuzzy este procesul de inferare (derivare) a concluziilor dintr-un set de reguli fuzzy care acționează asupra cunoaşterii fuzificate. Față de sistemele inteligente bazate pe reguli convenționale, în care numai o regulă va fi executată ca urmare a adevărului premisei sale, în raționamentul fuzzy toate regulile din baza de reguli fuzzy ale căror premise sunt total sau parțial adevărate (numai anumite condiții sunt îndeplinite) vor contribui la soluția finală a problemei care face obiectul rezolvării. Această acțiune agregată a regulilor fuzzy constituie principiul cheie care stă la baza flexibilității sistemelor inteligente din categoria abordată şi favorizează până la extrem prelucrarea cunoştințelor incerte, incomplete, inconsistente sau imprecise.

Sistemele fuzzy[8] oferă, totodată, una dintre cele mai interesante tehnici de lucru cu incertitudinea, în sensul că permit procesarea unor valori neambigue pentru controlul cunoaşterii ambigue (imprecise). Pot fi procesați termeni lingvistici imprecişi, cum sunt: mic, mare, foarte mare, înalt, scund, tânăr, batrân, rapid, încet, scump, ieftin etc.

[8] Japonia este țara lider în aplicațiile cu asemenea sisteme.

Întotdeauna trebuie acordată atenție proceselor de fuzificare (conversia datelor între funcțiile membrilor seturilor fuzzy) și defuzificare. In toate cazurile se folosesc reguli fuzzy, foarte utile în raționamente.

Puterea acestor sisteme, față de cea a sistemelor neuronale, constă în aceea că bazele lor de cunoștințe folosesc structuri de tip reguli de producție , foarte ușor de examinat, înțeles și modificat. Datorită faptului că funcțiile membrilor și regulile trebuie stabilite pe cale manuală, de către experți și cognoticieni cu mare experiență, intervine un mare consum de timp și posibilitatea de a face erori. Ce este mai neplăcut este că aceste sisteme nu sunt chiar așa de ușor adaptabile la schimbările mediului operațional; noile reguli necesare trebuie elaborate tot manual atunci când condițiile de afaceri se schimbă.

In prezent, se înregistrează o creștere a numărului de aplicații de tip fuzzy database retrieval (regăsire fuzzy în bazele de date) deoarece regăsirea datelor în bazele de date convenționale nu oferă o foarte bună flexibilitate operatorilor umani. Regăsirea fuzzy pune în acțiune un mecanism care operează și pentru condiții îndeplinite doar parțial, mărind astfel eficiența căutării.

Fuji Bank din Tokyo dispune de un sistem inteligent fuzzy pentru comerțul cu titluri de credite pe termen scurt, care conține circa 200 reguli de producție fuzzy bazate pe cele mai cunoscute strategii de comercializare. Este operațional din anul 1993 și aduce câștiguri de aproximativ 770.000 USD lunar.

Sistemele expert

Tehnologia sistemelor inteligente de tip sisteme expert este cea mai "veche" și cea mai bine pusă la punct, în special pentru sisteme expert bazate pe reguli. Există deja câteva sute de sisteme expert operaționale și comerciale, pentru o gamă foarte largă de aplicații. Toate folosesc o cunoaștere numită expertiză, provenită de la experții umani, iar procesul de colectare a acesteia se numește achiziția cunoașterii. Este nevoie de mai multe interviuri cu expertul sau de alte metode adecvate până când este pusă la punct baza de cunoștințe, o componentă importantă a acestor sisteme. Există metode și instrumente de achiziție a cunoașterii, unele foarte perfecționate. Mediile de dezvoltare disponibile ușurează mult construirea sistemelor expert funcționale, de la stadiul de prototip până la stadiul de sistem expert comercial, în conformitate cu metodologia adoptată.

Adevărata putere a sistemelor expert stă în motoarele de inferențe și în sistemele de explicații de care dispun. Totuși, sistemele expert nu sunt capabile să învețe, să se instruiască automat, ca celelalte tipuri de sisteme inteligente menționate anterior, și din acest motiv nu se pot adapta ușor la schimbările intervenite în mediul în care acționează. Logica fuzzy oferă și pentru aceste sisteme scheme de reprezentare a cunoașterii mult mai flexibile. De aceea viitorul imediat al acestora se va baza foarte mult pe logica fuzzy.

Sistemele inteligente hibride

Există un număr însemnat de probleme economice complexe la soluționarea cărora nu pot fi folosite cu succes categoriile de sisteme inteligente prezentate mai sus.

Scanned with OKEN Scanner

Este vorba despre problemele care necesită intervenţia a cel puţin două tehnologii dintre cele menţionate în tabelul nr.1.3.

Tabelul nr. 1.3. *Tehnologiile inteligente şi caracteristicele lor*

Caracteristici Tehnologia	Invăţare	Flexibilitate	Adaptare	Explicaţia	Descoperire
Reţele neuronale	5	5	5	1	2
Algoritmi genetici	5	4	4	3	5
Sisteme fuzzy	1	5	1	3	1
Sisteme expert	1	1	1	5	1

Hibridizarea se referă, după unii autori, la funcţiile realizate cu ajutorul altei tehnologii încorporate într-un sistem inteligent dezvoltat cu o anumită tehnologie iniţială, considerată tehnologie de bază. De exemplu, sistemele hibride de tip fuzzy-neuronale sunt o combinaţie a tehnologiei fuzzy, care dispune de un scor slab (1) pentru caracteristica învăţare, şi a tehnologiei reţelelor neuronale, care dispune de un scor foarte bun (5) pentru aceeaşi caracteristică.

Sistemele hibride sunt importante şi atunci când trebuie ţinut seama de marea varietate a aplicaţiior de gestiune. Cele mai complexe domenii aplicative dispun de mai multe tipuri de probleme, fiecare asemenea tip reclamând alte categorii de prelucrări. De exemplu, domeniul planificării financiare, cu elaborarea bugetelor unei întreprinderi, implică trei tipuri de probleme, astfel:

- problema predicţiei, la soluţionarea căreia se poate utiliza o reţea neuronală;
- problema optimizării, pentru care se poate folosi un algoritm genetic;
- problema raţionamentului secvenţial, căreia i se potriveşte cel mai bine un sistem expert.

Diferitele componente ale sistemelor hibride comunică rezultatele una alteia astfel încât să se obţină rezultatul final cel mai bun. Aceste sisteme acoperă nu numai simpla combinare a diferitelor tehnologii, ci şi integrarea tehnologiilor inteligente cu sistemele informatice clasice, conţinând baze de date sau calcul tabelar. De aici se obţin multiple avantaje pe care teoria şi practica de specialitate le-a relevat deja: folosirea informaţiilor din mai multe surse, tezaurizarea informaţiei strategice pentru utilizare ulterioară eficientă, obţinerea unor modele de sisteme hibride naturale în care diferitele tehnologii sunt definite ca obiecte etc.

Bursa din Londra a finalizat prima etapă de realizare a unui sistem inteligent hibrid pentru detectarea afacerilor dubioase numit MonITARS (Monitoring Insider Trading and Regulatory Surveillance). Acest sistem combină tehnologia algoritmilor genetici, logica fuzzy şi reţelele neuronale în scopul supravegherii efectuării celor 100.000 de tranzacţii bursiere zilnice, în care sunt implicaţi sute de agenţi de bursă şi milioane de investitori participanţi.

*
* *

Scanned with OKEN Scanner

În următorii ani, toate categorile de sisteme inteligente vor sta în atenția cercetătorilor și managerilor interesați de performanțe superioare și siguranța afacerilor proprii. Dintre ele, în afara sistemelor expert, cele mai promițătoare sunt sistemele neuronale artificiale, dovedite deja pentru utilitatea lor în modelarea prospectivă și detecția fraudelor. Sesizăm că tehnicile statistice, rețelele neuronale și inducția se pot utiliza la clasificarea creditelor, domeniu de mare interes pantru managementul financiar-bancar al riscului. Fuzificarea este și ea esențială în construirea sistemelor inteligente. Amintim doar sistemul FOREX, cel mai mare sistem expert fuzzy pentru schimburile cu străinătatea, care domină sistemele de această categorie. Interesante sunt și modelele econometrice realizate prin programare genetică, o extensie a algoritmilor genetici, în care populația studiată constă dintr-o colecție de produse-program, din rândul cărora se va selecta automat unul singur, cel mai potrivit pentru soluționarea problemei în cauză.

1.8. CONTROL ȘI EXERCIȚII

☞ Controlați într-un dicționar de largă circulație definiția inteligenței artificiale.

☞ Caracterizați următoarele definiții ale inteligenței artificiale în conformitate cu o grilă elaborată în prealabil de dumneavoastră:

a) Inteligența artificială este o colecție de algoritmi care sunt potențiali realizabili pentru aproximarea adecvată a unor probleme specifice, nerezolvabile pe cale clasică (Partridge,1991);
b) Inteligența artificială este încercarea de a constitui un sistem de simboluri care va trebui să treacă testul Turing[9] (Ginsberg, 1993);
c) Inteligența artificială este un subdomeniu al informaticii care studiază cum pot fi determinate mașinile să acționeze inteligent (Jackson,1986);
d) Inteligența artificială este domeniul care studiază tehnicile informatice capabile să execute activitățile care reclamă inteligență de care este capabil numai omul (Tanimoto,1990);
e) Inteligența artificială este o investigație foarte generală a naturii inteligenței și a principiilor și mecanismelor necesitate de înțelegerea și reproducerea ei (Sharples ș.a., 1989):
f) Inteligența artificială constă în a determina calculatoarele să facă acele activități de natură inteligentă (Rowe, 1988);
g) Inteligența artificială înseamnă arta de a crea mașini capabile să execute funcții care necesită inteligența atunci când sunt efectuate de oameni (Kurzweil, 1990);

---

[9] Testul Turing, propus de Alan Turing (1950), era menit să dovedească definiția operațională a inteligenței. Comportamentul inteligent însemna pentru Turing abilitatea de a atinge performanța umană în toate activitățile cognitive; de aceea el a propus interogarea calculatorului de către om printr-un terminal, iar rezultatul să fie confruntat fără să se știe cui aparține, omului sau calculatorului.

Scanned with OKEN Scanner

h) Inteligenţa artificială este o subramură a informaticii care se ocupă cu automatizarea comportamentului inteligent (Luger şi Stubblefield, 1993);

i) Inteligenţa artificială este studiul mecanismelor comportamentului inteligent prin care se construiesc şi se evaluează artifacte care reproduc astfel de mecanisme (Durkin, 1994).

☞ Observaţi prin ce se deosebeşte inteligenţa artificială de inteligenţa umană.

☞ Numiţi câteva dintre calculatoarele electronice pe care le aveţi în exploatare şi scopul lor principal.

☞ Numiţi domeniile aplicative ale inteligenţei artificiale.

☞ Care sunt avantajele şi limitele inteligenţei artificiale?

☞ Care este rolul inteligenţei artificiale în lumea economică? Verificaţi acest lucru în principalele publicaţii specializate aflate la bibliotecă.

☞ Examinaţi literatura în domeniul inteligenţei artificiale, accesibilă dvs. şi descoperiţi activităţi care pot fi şi care nu pot fi efectuate de calculatoare. Întocmiţi liste separate.

Scanned with OKEN Scanner

CAPITOLUL II

FUNDAMENTELE SISTEMELOR EXPERT

În decada '80-'90 inteligenţa artificială a început să fie recunoscută ca un domeniu viabil de cercetare şi activitate comercială. S-a observat un interes tot mai mare al tuturor profesioniştilor pentru crearea şi comercializarea de sisteme inteligente în general şi sisteme expert în special.

Vom aborda în acest capitol conceptele de bază ale sistemelor expert, inclusiv arhitectura şi funcţionarea lor, domeniile aplicative, caracteristicile sistemelor expert de gestiune, strategiile de introducere a acestora în întreprinderi, avantajele şi limitele lor, tipologia sistemelor expert şi caracteristicile sistemelor multiexpert. Un studiu de caz va fi utilizat pentru demonstraţii pe tot parcursul lucrării.

Scanned with OKEN Scanner

2.1. ISTORIA ŞI ACTUALITATEA SISTEMELOR EXPERT

Dintr-o perspectivă istorică, sistemele inteligente în general şi sistemele expert în special sunt de dată recentă. Dezvoltarea lor se datorează efortului cercetătorilor în inteligenţă artificială în vederea atingerii scopului de a construi programe pe baza cărora calculatoarele să poată gândi şi soluţiona probleme într-o manieră similară oamenilor.

Eforturile dintâi în dezvoltarea sistemelor expert se datorează celor trei grupuri de savanţi americani formate din:

- grupul 1: Newell, Shaw şi Simon care au creat *General Problem Solver*;
- grupul 2: Minsky şi McCarty care tot în anii '60 au desfăşurat o muncă semnificativă în dezvoltarea sistemelor expert;
- grupul 3: activ în aceeaşi perioadă, format din Lederberg, Buchanan şi Feigenbaum care au lucrat la DENDRAL.

În timp ce aceste trei grupuri au obţinut rezultate semnificative, o problemă majoră apare în faţa lor, aceea de a pune programe inteligente să soluţioneze o mare varietate de probleme – fapt care le limitau performanţele în raport cu programele menite să soluţioneze probleme dintr-un singur domeniu.

Din acest motiv, în anii '70 cercetătorii s-au convins că sistemele expert trebuie construite cu scopul de a soluţiona probleme din domenii restrânse, bine definite. S-a desprins astfel o idee importantă şi anume: calitatea cunoaşterii posedată de către un sistem expert este tot atât de importantă ca şi tehnicile inferenţiale implementate în sistem.

Aceste două idei desprinse prin cercetări aprofundate, ca şi avansul utilizat în tehnologia hardware-ului (echipamentului) şi software-ului, au determinat cristalizarea tehnologiei sistemelor expert către sfârşitul anilor '70 şi începutul anilor '80. Astfel, sistemele expert au reuşit să treacă din laboratoarele de cercetare în mediul comercial.

Unii autori[10], din aceste motive, arată că istoria sistemelor expert poate fi văzută ca o dezvoltare a programelor inteligente de la soluţionarea problemelor universale la cele specifice. Se afirmă pe bună dreptate că programele de căutare şi jocuri din anii '60 au dus la formularea problemelor de căutare, la demonstrarea teoremelor matematice sau a problemelor de şah.

Pentru aceste scopuri generale s-au dezvoltat strategii eficiente de căutare, cum sunt:

- analizele means-ends utilizate în GPS şi în planificare;
- strategiile alfa-beta din jocuri;
- algoritmul A^* pentru căutarea euristică;
- metode speciale de rezoluţie pentru demonstrarea teoremelor.

Dar, pentru sistemele expert, aceste strategii au jucat mai degrabă un rol subordonat din cauza generalităţii lor.

Primele programe inteligente care şi-au dovedit superioritatea într-un domeniu specific al cunoaşterii în raport cu metodele generale de rezolvare a problemelor a fost

---

10 Puppe, F., *Sistematic Introduction to Expert Systems. Knowledge Representation and ProblemSolving*. Springer-Verlag, Berlin, 1993, p. 7-8.

Scanned with OKEN Scanner

MACSYMA, un simplificator de expresii algebrice şi DENDRAL care identifică moleculele pe baza spectogramelor.

Cel mai important este însă MYCIN pentru diagnoza şi tratamentul infecţiilor sanguine.

Dar sistemele expert de la mijlocul anilor '70, cum sunt DENDRAL şi MYCIN, sunt sisteme expert timpurii, din prima generaţie. Abia de la începutul anilor '80 tehnologia sistemelor expert produce aplicaţii comerciale. Este vorba despre XCON, XSEL, CATS-1 ş.a., o dată cu care începe şi un efort susţinut de creare a unor medii şi instrumente de accelerare a construirii sistemelor expert cum sunt: EMYCIN şi AGE sau pentru achiziţia cunoaşterii ca EXPERT şi KAS. Alături de acestea pot fi menţionate sistemele pentru învăţarea din experienţă ca METADENDRAL şi EURISKO.

Spre sfârşitul anilor '80 se obţin însă realizări deosebite în domenii cum sunt:

- instrumente pentru accelerarea dezvoltării de sisteme expert la costuri reduse;
- diseminarea sistemelor expert în întreprinderi şi organizaţii;
- integrarea sistemelor expert cu sisteme informatice şi sisteme de sprijinire a deciziilor;
- creşterea utilizării sistemelor expert în domeniile de la munca de birou până la cele spaţiale sau militare;
- utilizarea tehnologiei orientată obiecte în reprezentarea cunoaşterii;
- dezvoltarea de sisteme complexe, cu multiple surse de cunoaştere, linii multiple de raţionament şi informaţii vagi (fuzzy);
- utilizarea bazelor de cunoştinţe multiple în sisteme multiexpert.

Astăzi există deja un mare număr de sisteme expert comercializate şi o piaţă importantă pentru acestea.

Experienţa căpătată a stat la baza dezvoltării şi utilizării instrumentelor de dezvoltare a sistemelor expert şi treptat la eliminarea specialiştilor special formaţi în domeniul limbajelor de inteligenţă artificială. Cognoticienii înşişi şi chiar experţii pot utiliza astăzi medii de dezvoltare specializate sau generatoare de sisteme expert de toate tipurile .

Toată cunoaşterea şi structurile de control pe care le posedă un sistem expert pot fi programate cu astfel de medii. Sistemele expert de astăzi nu au capacitatea de "a învăţa" (de a-şi adăuga cunoaştere pe cale proprie, internă) însă este posibil acest lucru numai cu ajutorul expertului uman. Se speră că aceste probleme se vor soluţiona cu sistemele neuronale.

Cercetările recente se concentrează pe dezvoltarea unor generatoare de sisteme expert mai puternice, comercializabile, de genul instrumentelor generale hibride care combină mai multe reprezentări ale cunoaşterii sau stiluri de programare, inclusiv reguli şi reprezentări bazate pe obiecte. Se speră astfel în reducerea efortului greoi cerut de dezvoltarea sistemelor expert, prin restricţionarea generatoarelor de sisteme expert pentru un singur tip de probleme de soluţionat în colaborare cu tehnicile specializate de soluţionare. În prezent, în lume se comercializează curent peste 1000 de generatoare de sisteme expert de toate dimensiunile, preţurile şi calităţile (vezi Anexa A), se fac experimentări intense în industrie şi cercetare, fapt care ne îndreptăţeşte să credem că progresul se va obţine prin mutaţie (dezvoltarea de noi generatoare) şi selecţie (din experienţa utilizării generatoarelor existente).

Scanned with OKEN Scanner

Sistemele expert se conjugă însă perfect cu interesul agenților economici pentru creșterea profitului în condiții de maximă competitivitate.

Paradigma "Homo-Cogitans" specifică prezentului economic ne obligă la răspândirea metodelor de soluționare a problemelor prin punerea raționamentelor experților umani într-un mediu (sistem) care să permită "proiectarea" și dezvoltarea unor noi forme de inteligență, capabile să satisfacă mai bine preferințele umane și după criterii multiple.

Mediul la care ne referim este evident acela al sistemelor inteligente, devenite posibile ca urmare a evoluției calculatoarelor, mediilor evoluate de programare și experienței în realizarea sistemelor informatice care integrează sisteme expert.

Cele mai recente tratate[11] și articole de specialitate axate pe integrarea tehnologiei sistemelor expert cu tehnologiile de sprijinire a deciziilor informează sistematic despre noi rezultate în cercetare și noi produse inteligente comercializate. Sistemele expert de gestiune și contabilitate sunt și ele rodul unor asemenea cercetări de mare actualitate.

Sistemele expert sunt deci un instrument modern în mâna oamenilor de afaceri pentru obținerea de soluții acceptabile, aducătoare de profit la problemele cu care se confruntă zilnic. Cheia succesului în afaceri pentru ei constă în exploatarea eficientă a cunoașterii înmagazinată în astfel de sisteme cu ajutorul metodelor științifice de care dispun sistemele expert.

Dintre sistemele expert implementate, peste 60% sunt business oriented (orientate pentru întreprinderi și gestiunea lor), iar restul acoperă domeniile utilitar, medical, educativ ș.a.

Sistemele expert integrate în aplicațiile multimedia[12] constituie cea mai spectaculoasă realizare pentru afaceri întrucât acestea permit urmărirea videoconferințelor de la rețele specializate, foarte utile pentru manageri care se pot adresa subordonaților, le pot evalua răspunsurile, urmărindu-le mimica în vederea stabilirii persoanelor cele mai potrivite pentru anumite sarcini.

Se înțelege ce avantaje oferă asemenea sisteme, pe linia posibilității adaptării producției și serviciilor în vederea ocupării unor segmente de piață înaintea descoperirii lor de către alți competitori și obținerea de sfaturi și instrucțiuni corespunzătoare domeniului de interes (vânzări, prețuri, concurență etc.).

Sistemele expert industriale pot oferi servicii de diagnostic de proces pentru întreținerea și repararea liniilor de producție robotizate sau instruirea *just-in-time* (tocmai la timp) pentru siguranța și securitatea instalațiilor industriale.

Sistemele expert instalate în așa-numitele "chioșcuri electronice" din marile companii, dotate cu calculator, monitor, touch-screen, video-disc și imprimantă din locurile cu trafic uman intens sunt utile salariaților interesați să se poată informa în probleme de personal, asigurări, transport, instruire, tehnologii noi etc.

---

11 Bielawski, R., et al, *Intelligent Systems Design*, John Wiley, N.Y., 1991; Turban E. – *Decision Support and Expert Systems: Management Support Systems*, 3rd edition, Macmillan, N.Y., 1993 s.a.

12 *Multimedia* este un concept referitor la combinarea cu ajutorul calculatorului special echipat a textelor, imaginilor, vocilor și sunetului cu prelucrarea interactivă a datelor în vederea obținerii unor singure prezentări sincronizate în scop decizional sau informațional (Andone I., Andone, A.– *Multimedia, tehnologie informațională pentru mediul concurențial*, "Tribuna Economică" nr. 14/1993.

Scanned with OKEN Scanner

De mare utilitate sunt şi sistemele expert pentru consiliere în afaceri, capabile să estimeze nevoile curente de informare ale omului de afaceri şi să-i furnizeze automat cel mai bun raport în probleme de investiţii, management, marketing, contabilitate, finanţare, asigurări etc.

Gestiunea afacerilor este un domeniu potenţial important pentru sistemele expert, întrucât politicile, procedurile şi tehnicile folosite în abordarea problemelor curente sunt favorizate de aceste instrumente inteligente.

Pentru contabilitate, ca şi pentru domeniul gestiunii în general, sistemele expert prezintă interes datorită performanţelor deţinute în prelucrarea cunoştinţelor (date + informaţii) în special în planul calităţii, corectitudinii şi operativităţii, realizându-i mai bine obiectivele. Există deja implementări viabile atât în contabilitatea managerială, cât şi în contabilitatea financiară.

Domeniul financiar-bancar este în prezent cel mai bine acoperit su sisteme expert aflate în exploatare pentru plasamentul creditelor, gestiunea portofoliilor, depistarea fraudelor, planificarea impozitelor şi taxelor, diagnoza financiară, planificarea bancară ş.a.

Companiile de asigurări şi de investiţii utilizează deja sisteme expert în scopul îmbunătăţirii serviciilor în raport cu firmele concurente.

Domeniul distribuţiei şi managementului este deosebit de atractiv pentru introducerea sistemelor expert, ideale în promovarea produselor şi serviciilor, selectarea produselor, acceptarea plăţilor, promovarea şi vânzarea proprietăţilor imobiliare ş.a.

Domeniul managementului este cel mai receptiv şi cel mai bine dotat cu sisteme expert în utilizare curentă, întrucât toate condiţiile tehnologice, economice şi sociale necesare introducerii lor au fost deja create.

* *
*

Am enumerat doar câteva dintre realizările şi domeniile de mare interes pentru care sistemele expert sunt actuale şi graţie cărora calculatoarele, dotate cu tehnologie multimedia sau nu, pot rivaliza cu cele mai performante universităţi, în materie de afaceri, instruire şi educaţie, cu televiziunea în materie de divertisment şi cu cei mai buni manageri în materie de decizii prompte, complete şi eficiente.

2.2. NOŢIUNEA DE SISTEM EXPERT ŞI RELAŢIA CU SISTEMELE DE INTELIGENŢĂ ARTIFICIALĂ

Pentru noţiunea de sistem expert, cercetătorii ne oferă în principal definiţii funcţionale, pragmatice. De pildă, Edward Feigenbaum[13] de la Stanford University arată că "sistemele expert sunt programe concepute pentru a raţiona în scopul rezolvării problemelor pentru care în mod obişnuit se cere o expertiză umană considerabilă".

[13] Feigenbaum, E., s.a., *op. cit.*, p. 18.

Scanned with OKEN Scanner

Edward Feigenbaum este pionierul în inteligenţă artificială care a definit sistemul expert ca pe "un program inteligent pentru calculatorul electronic, care utilizează cunoaşterea şi proceduri de inferenţă pentru soluţionarea problemelor, care sunt suficient de dificile pentru a necesita o expertiză umană semnificativă pentru soluţionarea lor".

Louis E. Frenzel[14] scrie că "sistemul expert este un program particular care încorporează o bază de cunoştinţe şi un motor de inferenţe. Programul se comportă ca un consilier inteligent într-un domeniu particular".

O definiţie originală aparţine profesorilor J. Giarratano şi G. Riley (NASA) şi anume:

"Un sistem expert este un sistem care *emulează* abilitatea de a lua decizii a expertului uman. Termenul «emulează» înseamnă că sistemul este menit să acţioneze în toate privinţele ca expertul uman. Emularea este ceva mai mult decât simularea, care cere doar să se acţioneze prin imitarea condiţiilor realizate. Sistemele expert acţionează foarte bine în domenii bine delimitate"[15].

Farreny H.[16] prezintă o definiţie interesantă şi anume: "sistemele expert sunt programe, dar pot fi tot atât de bine maşini cu software, destinate să înlocuiască sau să asiste specialistul în domeniile unde este recunoscută necesitatea expertizei umane".

În lucrările lor, Elaine Rich şi Kevin Knight arată că sistemele expert sunt programe care soluţionează probleme în mod normal rezolvate de către experţii umani. Pentru aceasta, ele solicită acces la o bază de cunoştinţe, ele trebuie să ofere diferite medii de raţionament şi să-şi justifice concluziile la care ajung.

P.V. Pigford şi G. Baur[17] arată că "Sistemul expert este un produs program care emulează comportamentul experţilor umani care rezolvă probleme din lumea reală asociate unui domeniu particular al cunoaşterii".

Din aceste definiţii rezultă următoarele idei succesive care conturează suficient noţiunea de sistem expert:

- din punct de vedere conceptual sistemele expert vizează reconstituirea raţionamentului uman pe baza expertizei obţinută de la experţi;
- sistemele expert dispun de cunoştinţe şi de capacitatea de a desfăşura activităţi intelectuale umane;
- sistemele expert sunt organizate pentru achiziţia şi exploatarea cunoaşterii dintr-un domeniu particular numit domeniul problemei;
- sistemele expert dispun de metode de invocare a cunoaşterii şi exprimarea expertizei, comportându-se ca un "asistent inteligent";
- ca nivel de realizare informatică, sistemele expert se bazează pe principiul separării cunoaşterii (bazei de cunoştinţe) de programul care o tratează (motorul de inferenţe);

---

[14] Karkan, J.-M, Tjaen, G., Systèmes experts. Un nouvel outil pour l'aide à la decision, Masson, Paris, 1993, p.9.

[15] Giarratano, J., Riley, G., Expert Systems. Principles & programming, 2nd edition, PWS Pub. Co., Boston, 1993, p.9.

[16] Farreny, H. *op. cit.*, p. 17.

[17] Pigford, D.V., Baur, G., *Expert Systems for Business. Concepts and Application, Featuring VP. Expert* Boyd & Vozer Pub. Co., 1990, p. 14.

Scanned with OKEN Scanner

- sistemele expert sunt capabile să memoreze cunoaşterea, să stabilească legături între cunoştinţe şi să infereze concluzii, soluţii, recomandări, sfaturi, respectiv cauzele unor fenomene şi situaţii pe baza faptelor şi prelucrării cunoaşterii incerte.

Termenul de "sistem expert" se utilizează cu un înţeles identic termenului "sistem bazat pe cunoştinţe" sau Knowledge-Based Expert Systems. Este preferat termenul de sistem expert din cauza pronunţiei mai uşoare.

Literatura de specialitate ne pune deseori în faţa unor deosebiri dintre aceşti termeni – din punct de vedere al detaliilor constructive şi funcţionalităţii.

În toate cazurile, cercetătorii sunt de acord cu faptul că sub denumirea de sistem expert se află acele programe de inteligenţă artificială sau maşini bazate pe cunoaşterea de nivel înalt, comparabilă cu a celor mai competenţi specialişti dintr-un domeniu aplicativ şi în care (aceste programe) pot realiza performanţe de gândire şi intuiţie similare experţilor umani.

Elementul central al prelucrării inteligente îl constitue raţionamentul artificial, capabil să imite raţionamentul uman. Sistemele expert reproduc raţionamentul experţilor umani asupra cunoştinţelor puse la dispoziţia lor într-o anumită manieră, multiplică eventual aceste cunoştinţe şi explică liniile proprii de raţionament.

În fig. nr. 2.1. prezentăm o analogie dintre experţii umani şi sistemele expert.

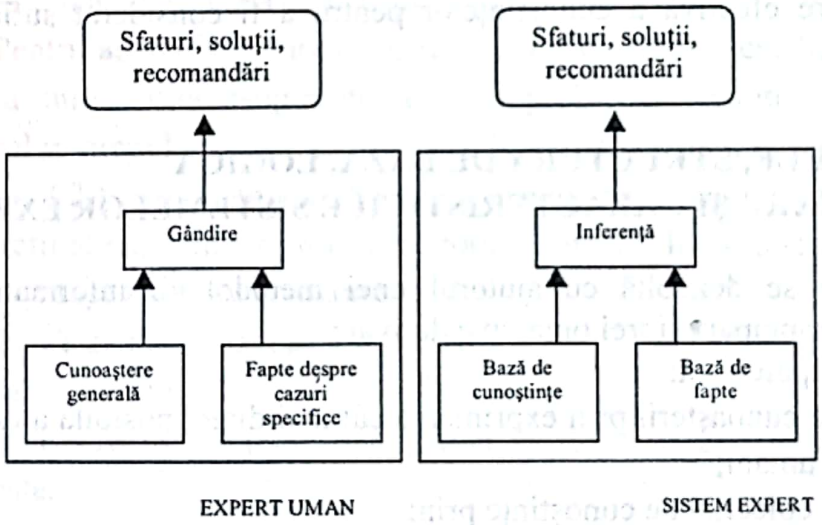


Fig. nr.2.1. *Analogie dintre expertul uman şi sistemul expert*

Pentru relevarea relaţiei cu sistemele de inteligenţă artificială este suficientă observarea figurii nr. 2.2, care indică în mod clar că şi acestea prelucrează cunoaşterea organizată în baze de cunoştinţe[18].

[18] Waterman, A.D., *op. cit.*, p. 18.

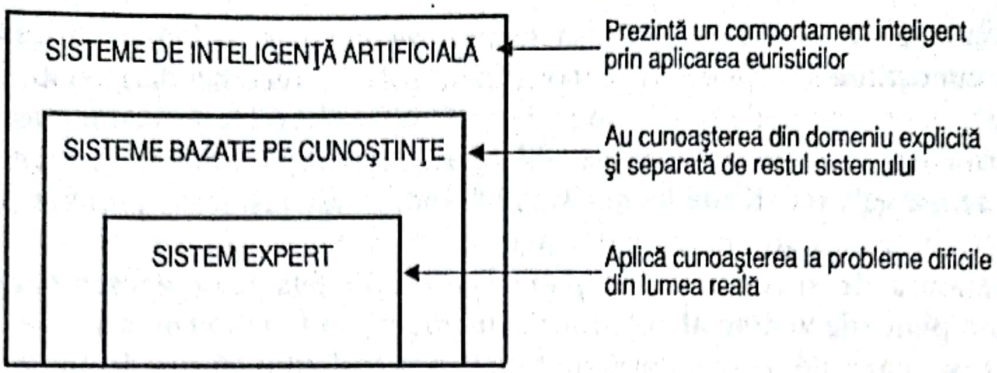


Fig. nr.2.2. *Relaţia Sistem expert – Sisteme de inteligenţă artificială*

Cunoaşterea într-un sistem expert este organizată într-o manieră care separă cunoştinţele despre domeniul problemei de alte tipuri de cunoştinţe, cum sunt cele despre rezolvarea problemei şi cele despre interacţiunea cu utilizatorul. Din acest motiv s-au introdus termenii:

- bază de cunoştinţe pentru colecţia de cunoştinţe despre domeniul problemei;
- motor de inferenţe pentru cunoaşterea despre modul de rezolvare a problemei;
- interfaţa de dialog pentru cunoaşterea despre interacţiunea cu utilizatorul.

Modul în care sistemul expert utilizează cunoaşterea cu care este dotat prezintă o importanţă deosebită întrucât un sistem expert trebuie să dispună atât de cunoaştere, cât şi de mijloacele de utilizare efectivă a cunoştinţelor pentru a fi considerat suficient de calificat într-un domeniu.

2.3. OBIECTIVELE, STRUCTURA DE BAZĂ, LOGICA DE FUNCŢIONARE ŞI CARACTERISTICILE SISTEMELOR EXPERT

Sistemele expert se dezvoltă cu ajutorul unei metodologii informatice care urmăreşte trei obiective principale şi trei obiective derivate.

Obiectivele principale sunt:

1. Achiziţionarea uşoară a cunoaşterii prin exprimarea cât mai direct posibilă a expertizei obţinute de la experţii umani;
2. Exploatarea eficientă a colecţiei de cunoştinţe prin:
   2.1. Combinarea şi înlănţuirea cunoştinţelor pentru a infera noi cunoştinţe prin judecăţi, planuri, demonstraţii, decizii şi predicţii;
   2.2. Luarea în seamă a modului în care sunt inferate cunoştinţele noi;
3. Să suporte cu uşurinţă întreaga gamă a operaţiilor asupra cunoştinţelor (adăugarea, modificarea şi eliminarea lor).

Obiectivele derivate sunt:

a) Reducerea riscurilor;
b) Creşterea creativităţii;
c) Învăţarea.

Reducerea riscurilor este posibilă prin integrarea unui mare volum de informaţii, experienţă şi cunoştinţe valide provenind din cele mai variate surse, care se pot utiliza cu anticipaţie.

Scanned with OKEN Scanner

Creşterea creativităţii este posibilă prin identificarea anticipată a acţiunilor cu un puternic potenţial, capabile de modificări de poziţie în termeni de impact asupra concurenţei, diferenţieri de calitate, de valoare etc.

Învăţarea are în vedere posibilităţile de acumulare a cunoaşterii şi folosirii ei prin căi multiple în vederea gestiunii dinamice a inteligenţei cu luarea în seamă a tuturor schimbărilor intervenite în mediu, în metodele de analiză şi raţionament, în conceptele şi metodele utilizate în soluţionarea problemelor. Învăţarea asigură caracterul necesarmente evolutiv al sistemelor expert.

În concordanţă cu aceste obiective structura unui sistem expert cuprinde următoarele *componente de bază*:

a) *Baza de cunoştinţe*, pentru stocarea tuturor pieselor de cunoaştere specifice unui domeniu aplicativ, creată şi organizată pentru satisfacerea obiectivului nr. 3;

b) *Motorul de inferenţe*, un program care conţine cunoaşterea de control, procedurală sau operatorie, care exploatează baza de cunoştinţe şi este destinat satisfacerii obiectivului 2.1;

c) *Interfaţa de dialog* cu utilizatorii care dispune şi de un limbaj de exprimare a cunoaşterii achiziţionată de la experţii umani.

Pentru achiziţia şi modificarea pieselor de cunoaştere (obiectivele 1 şi 3) pentru colectarea informaţiei asupra domeniului problemei, asigurarea unei interacţiuni cu utilizatorul în timpul lucrului, ca şi pentru luarea în seamă a mecanismului de raţionament (obiectivul 2.2.), un sistem expert trebuie să asigure şi funcţii complementare de achiziţie a cunoaşterii şi explicare a propriului comportament. În acest caz, el va fi dotat cu *două componente suplimentare* şi anume:

d) *Modulul de achiziţionare a cunoaşterii*;

e) *Modulul explicativ*.

În figura nr.2.3 prezentăm structura de bază a unui sistem expert cu cele 5 componente.

Scanned with OKEN Scanner

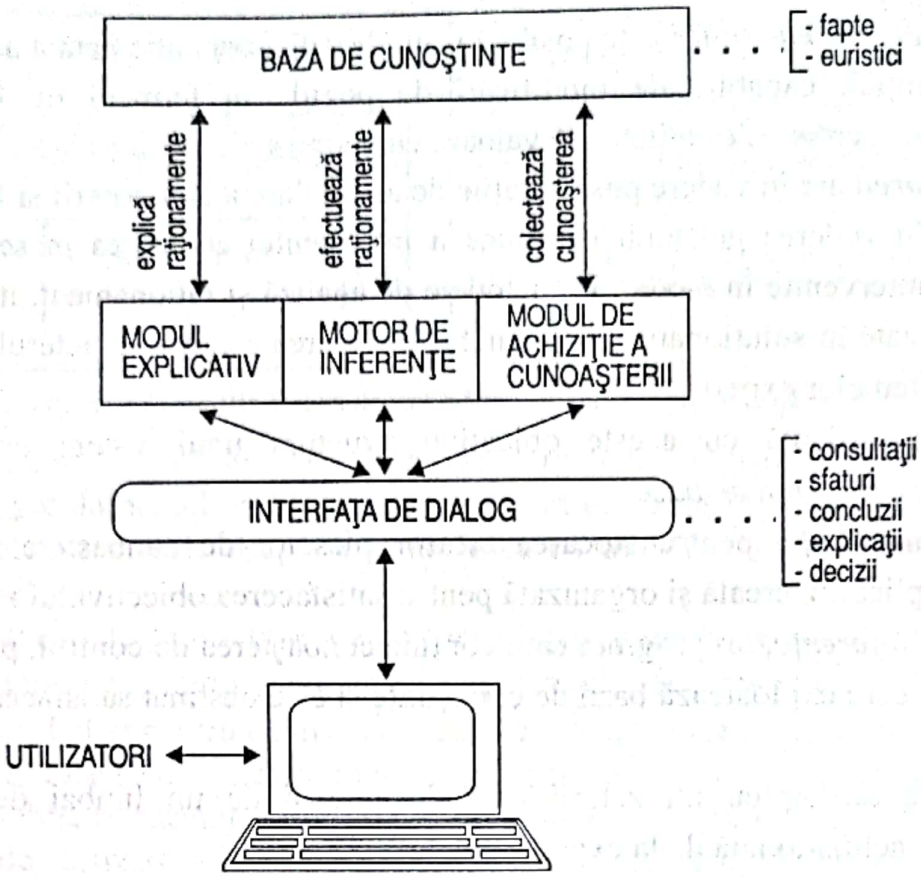


Fig. nr.2.3. *Structura de bază a sistemelor expert*

Originalitatea metodologiei sistemelor expert constă în existenţa celor trei componente de bază şi a relaţiilor dintre ele: baza de cunoştinţe, motorul de inferenţe şi interfaţa de dialog cu utilizatorii.

Sistemele expert nu acţionează izolat de celelalte componente ale mediului exterior în care este instalat. El poate fi apelat de către alte programe externe sau poate trimite rezultate către alte programe. Majoritatea sistemelor expert sunt interactive în sensul că interfaţa lor oferă mijloace de comunicaţii cu utilizatorii umani, asigură obţinerea datelor şi informaţiilor de la senzori speciali, de la sisteme de gestiune a bazelor de date, de la sisteme de calcul tabelar sau chiar de la programul care gestionează fişiere clasice. De asemenea, sistemele expert pot crea şi actualiza baze de date, pot imprima rapoarte sau pot controla cele mai diverse dispozitive şi instrumente.

Dezvoltarea interfeţei şi integrarea cu mediul lor de acţiune nu sunt aceleaşi pentru toate sistemele expert. De aceea sunt necesare interfeţe diferite în funcţie de intrările şi ieşirile necesare mediului în care operează. În figura nr. 2.4.a) prezentăm arhitectura generală şi interfeţele unui sistem expert în funcţie de mediul său de acţiune.

Scanned with OKEN Scanner

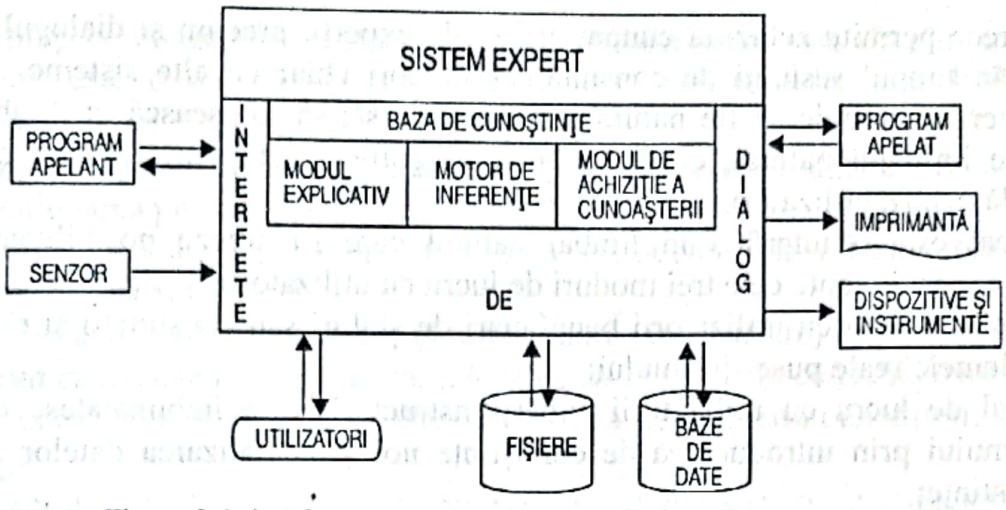


Fig. nr.2.4.a) *Arhitectura generală şi interfeţele unui sistem expert*

Baza de cunoştinţe conţine informaţii preluate de la experţii umani în legătură cu domeniul problemei, care descriu situaţii evidente, fapte reale sau ipotetice, precum şi euristici.

Modulul de achiziţie al cunoaşterii ajută utilizatorul expert să introducă cunoştinţe într-o formă recunoscută de către sistem şi să actualizeze baza de cunoştinţe.

Anumite sisteme expert folosesc şi o bază de date relaţională în care sunt memorate explicit obiecte variate, fapte şi evenimente, pentru o mai bună flexibilitate a memorării şi regăsirii. În acest caz, în structura sistemului expert trebuie să existe şi o interfaţă pentru date.

Atunci când cunoaşterea este memorată sub forma regulilor de producţie, baza de cunoştinţe conţine două componente – *baza de fapte şi baza de reguli* – iar motorul de inferenţe se mai numeşte *interpretor de reguli*.

Motorul de inferenţe este un program sau chiar un circuit integrat microprogramat, care dispune de mecanisme inferenţiale generale pentru prelucrarea cunoştinţelor cu raţionamente din cele mai diverse, determinând modificarea cunoaşterii în scopul soluţionării problemei. În principiu, mecanismele inferenţiale sunt cele care oferă în final rapoarte, texte, grafice şi liste afişate pe ecran sau la imprimantă, care reprezintă un diagnostic, sfaturi, explicaţii, planuri de acţiune, variante decizionale, concluzii, precum şi alte rezultate utile persoanelor care consultă sistemul expert.

La rândul său, motorul de inferenţe are două componente principale: a) sistemul de administrare al bazei de cunoştinţe şi b) procesorul de inferenţe simbolic.

Sistemul de administrare al bazei de cunoştinţe efectuează operaţii de organizare automată, control şi actualizare a cunoştinţelor, iniţiază căutări pentru controlul relevanţei pe liniile de raţionament pe care lucrează procesorul de inferenţe simbolic.

Procesorul de inferenţe simbolic oferă o metodă de prelucrare prin care se furnizează liniile de raţionament. Atunci când cunoştinţele şi datele din lumea reală sunt imprecise, anumite metode de inferenţă pot utiliza diferite grade de certitudine pentru derularea mecanismului inferenţial.

Structura motorului de inferenţe este întotdeauna independentă de baza de cunoştinţe şi este aceeaşi pentru structuri de probleme similare.

Interfaţa de dialog cu utilizatorii este o altă componentă critică a sistemului expert. Prin intermediul său este posibil accesul utilizatorilor la faptele şi cunoştinţele din

Scanned with OKEN Scanner

bază deoarece permite achiziția cunoașterii de la experți, precum și dialogul cu ceilalți utilizatori în timpul sesiunii de consultare și uneori chiar cu alte sisteme. Din aceste motive, interfața trebuie să fie naturală și prietenoasă, să folosească un limbaj cât mai apropiat de limbajul natural, cu texte, imagini grafice și rapoarte afișate cu o viteză confortabilă pentru utilizatori.

Ideal este o interfață în limbaj natural care să creeze posibilitatea folosirii sistemelor expert în toate cele trei moduri de lucru cu utilizatorii:

- modul de lucru cu utilizatorii beneficiari de sfaturi sau consultații și răspunsuri la problemele reale puse sistemului;
- modul de lucru cu utilizatorii experți/instructori, care îmbunătățesc cunoașterea sistemului prin introducerea de cunoștințe noi și actualizarea datelor și bazei de cunoștințe;
- modul de lucru cu utilizatorii studenți/școlari/personal care doresc să se instruiască și cărora în final li se evaluează nivelul de cunoaștere sau deprinderile căpătate în domeniu.

Interfața de dialog poate fi utilizată în prezent prin meniuri, comenzi și icoane (pictograme). În fig. nr. 2.4.b) prezentăm arhitectura unui sistem expert bazat pe reguli și modul de lucru cu utilizatorii.

În sistemele expert complexe, *modulul explicativ* urmărește obținerea de explicații asupra desfășurării proceselor inferențiale, a soluțiilor obținute în sesiunile de consultare, cu evidențierea unor cunoștințe care lipsesc sau sunt inconsistente ori eronate sau chiar evidențierea cauzelor unor eșecuri etc. Toate acestea se pot observa pe graficul raționamentelor sau "trasa" generată cu prilejul solicitării explicației de către utilizator.

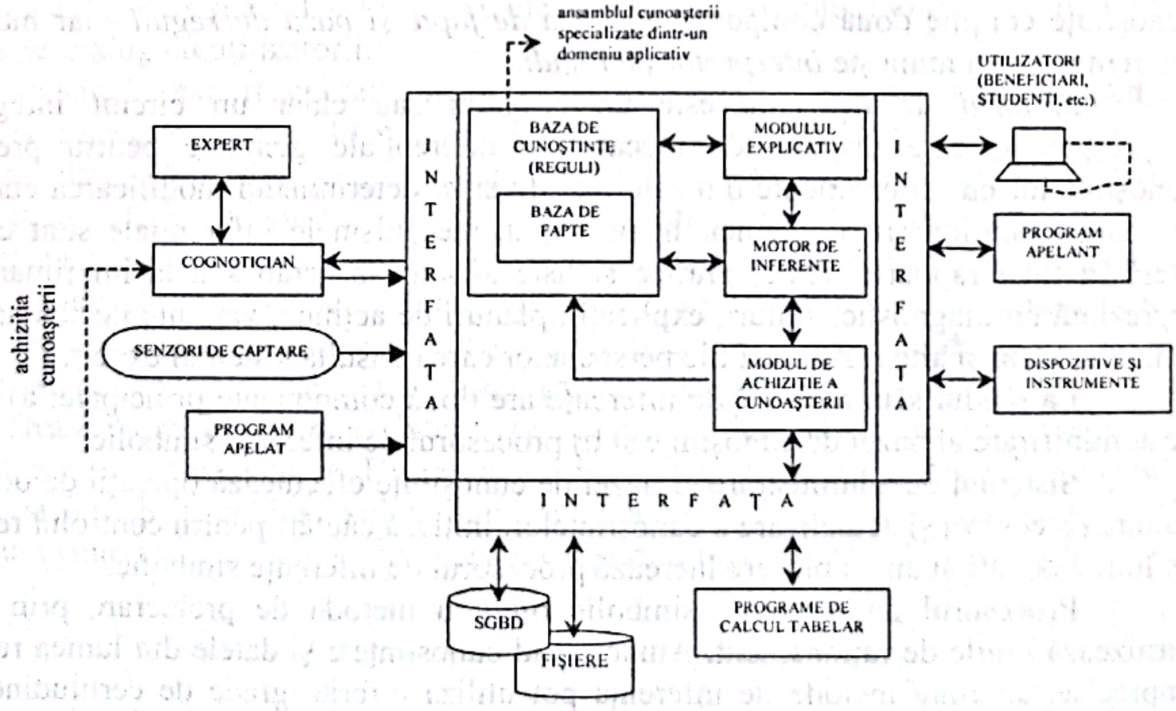


Fig. nr.2.4.b) *Arhitectura unui sistem expert bazat pe reguli și modul de lucru cu utilizatorii*

Scanned with OKEN Scanner

În timp ce conceptul de sistem expert s-a observat că este simplu, crearea unui sistem expert este o muncă de mare complexitate deoarece implică două activităţi importante şi dificile:

- extragerea cunoaşterii de la experţi împreună cu metodele utilizate de către aceştia în soluţionarea problemelor;
- reformularea (rafinarea) cunoaşterii şi a metodelor într-o formă organizată, în vederea utilizării lor ulterioare.

Aceste activităţi de extragere şi reformulare (formalizare) se numesc *achiziţia şi reprezentarea cunoaşterii* – cea mai complexă activitate şi mare consumatoare de timp.

Suma celor două activităţi poartă denumirea de ingineria cunoaşterii (knowledge engineering).

În acest context am văzut anterior că sistemele expert se caracterizează prin utilizarea euristicilor (reguli determinate din experienţă) şi a proceselor inferenţiale.

Termenul de euristică derivă din grecescul heuristikein cu semnificaţia de a inventa, a descoperi. Gândirea euristică nu se produce în mod direct. Ea implică judecata, căutarea, reînvăţarea, evaluarea şi explorarea iar cunoaşterea obţinută prin această succesiune de procese poate la rândul ei modifica procesul de căutare în vederea soluţionării problemelor. Cel mai adesea este necesară redefinirea obiectivelor sau chiar a problemei ori de a rezolva probleme simplificate înainte ca problema dată să se soluţioneze. Există strategii de căutare inteligentă pentru rezolvarea problemelor pe baza unor metode specifice.

Euristicile sunt utilizate adesea de către om când soluţionează o problemă sau ia decizii. Ele se bazează pe experienţa trecută sau pe cunoaşterea acumulată. De exemplu, să presupunem că o piesă a unei instalaţii complexe utilizată într-un proces de fabricaţie s-a deteriorat. O persoană specializată în reparaţii (expertul) execută reparaţia; din experienţa trecută ştie cauzele deteriorării piesei; face un diagnostic al cauzei prin controlul tuturor legăturilor piesei. În acest caz euristicile au fost utilizate pentru a începe determinarea cauzei deteriorării (vibraţii, lubrefiere insuficientă, material slab, frecare mare etc.).

Procesele inferenţiale implică utilizarea raţionamentului. Strategiile de raţionament utilizate în mod obişnuit în soluţionarea problemelor includ deducţia, inducţia şi abducţia (determinarea scopului). Se folosesc aceste strategii astfel încât sistemul expert să lucreze cu probleme care necesită soluţii nealgoritmice, cele care reclamă expertiza umană.

Waterman arată că sistemele expert trebuie să aibă patru *caracteristici de bază* (figura nr. 2.5):

Scanned with OKEN Scanner

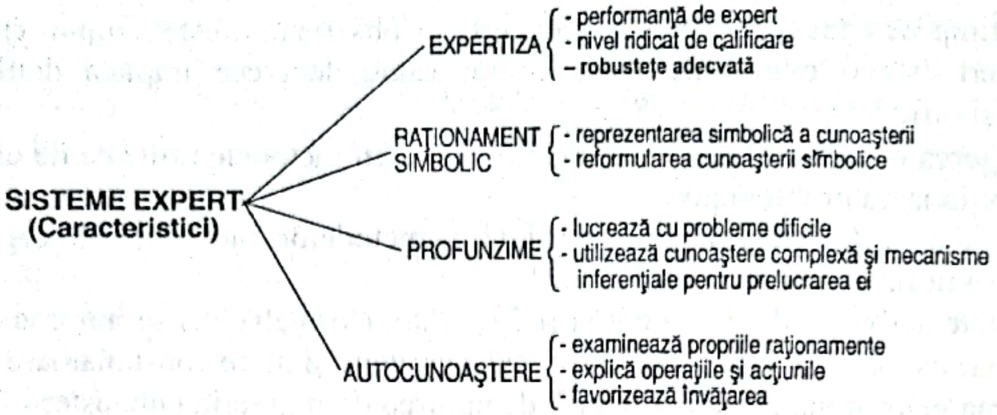


Fig. nr.2.5. *Caracteristicile sistemelor expert*

Joseph Giarratano şi Gary Riley[19] prezintă în mod original caracteristicile sistemelor expert tocmai pentru a le avea în vedere la proiectare. Este vorba despre: înaltă performanţă (competenţă) în calitatea concluziilor; timp de răspuns adecvat; bună fiabilitate (să-şi menţină funcţionarea fără căderi); capacitatea de a explica raţionamentele; flexibilitatea (mecanism eficient de adăugare, schimbare şi eliminare a cunoştinţelor). Vedem în aceste caracteristici o completare oportună faţă de opinia lui Waterman.

Frank Puppe de la Universitatea din Karlsruhe arată că listarea proprietăţilor necesare sistemelor expert este de fapt un alt mod de a le caracteriza. Aceste proprietăţi sunt:

- transparenţa (puterea de a explica soluţia oferită prin indicarea cunoştinţelor utilizate în raţionamente);
- flexibilitatea (posibilitatea adăugării, schimbării şi eliminării cunoştinţelor);
- utilizarea prietenoasă;
- competenţa (capacitatea de a soluţiona probleme precum expertul uman).

Acelaşi autor arată că, deşi fiecare caracteristică a sistemelor expert este prin ea însăşi vagă, combinaţia lor oferă o vedere mai clară şi permit distincţia sistemelor expert de alte programe. În felul acesta, pentru a determina dacă un program este un sistem expert se controlează atributele sale testându-l pe o problemă normală soluţionată în mod uzual de către experţi. Interesează soluţia explicată şi eventual schimbările în baza de cunoştinţe.

În esenţă, caracterizarea unui sistem expert se face prin modurile prezentate în figura nr. 2.6.

[19] Giarratano, J., Riley, G., *op. cit.* p.8.

Scanned with OKEN Scanner

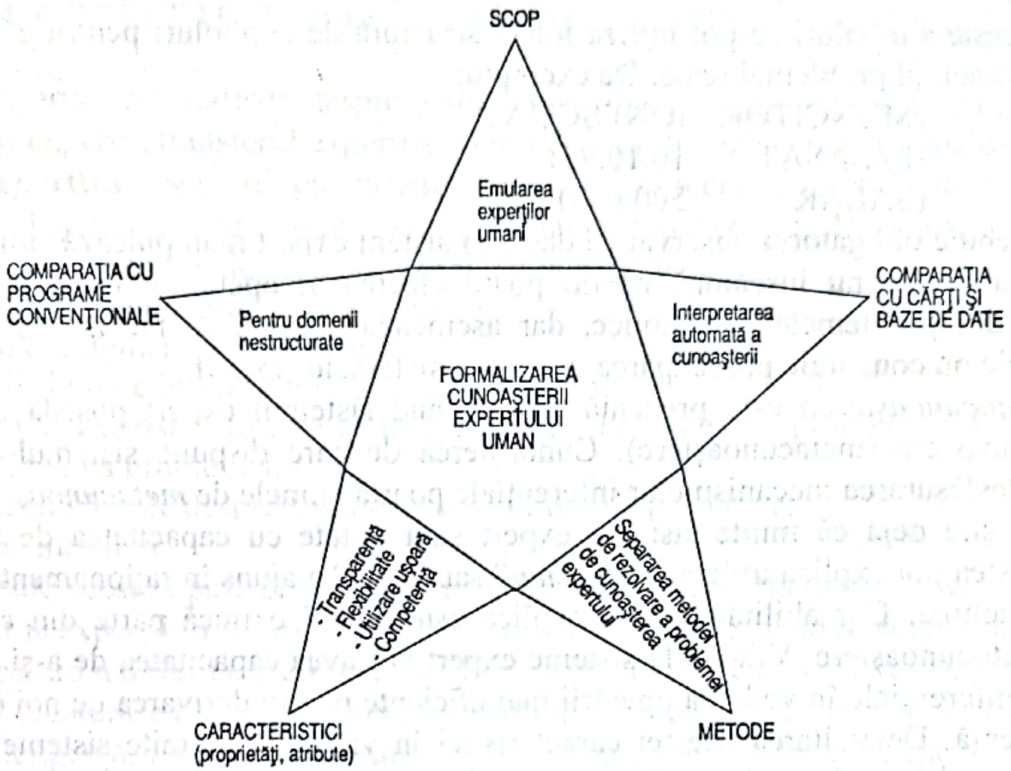


Fig. nr.2.6. *Modurile de caracterizare a sistemelor expert*

Deci, principala caracteristică a unui sistem expert este să dispună de expertiză, care este de fapt abilitatea de a executa cel puţin la nivelul expertului uman o muncă bine determinată. Aceasta include nu numai capacitatea de a soluţiona o problemă, ci şi să facă acest lucru într-un timp cât mai scurt posibil (mai mic decât ar face-o expertul uman). Expertiza înseamnă totodată că tezaurul de cunoştinţe despre domeniul problemei pe care îl posedă sistemul expert trebuie să fie atotcuprinzător şi profund. Cuprinderea cunoaşterii se referă la competenţa care trebuie s-o posede în domeniu. Un expert într-un domeniu anume are întotdeauna o mare competenţă în ce priveşte cunoaşterea sa faţă de un începător (novice) în acelaşi domeniu. Experienţa trecută este probabil un factor major care contribuie la creşterea competenţei.

Din aceste motive, un sistem expert trebuie să fie robust, adică să nu aibă îndemânare numai într-o problemă anume, ci să folosească metode de rezolvare şi cunoştinţe generale pentru a infera după principii proprii atunci când i se oferă fapte, date şi alte cunoştinţe incomplete sau incerte.

Profunzimea (adâncimea) sistemelor expert se referă la abilitatea de a extinde cunoaşterea existentă pentru a infera noi cunoştinţe. Şi în acest caz, experţii în raport cu începătorii într-un domeniu au o mare profunzime a cunoştinţelor în domeniul în cauză, situaţie în care experienţa devine iarăşi un factor major. Pentru a soluţiona probleme reale, sistemul expert trebuie să dovedească această profunzime în soluţionarea problemelor dificile, complexe.

Când un sistem expert soluţionează o problemă, el o face prin *manipularea simbolurilor* şi nu prin calcule matematice propriu-zise. Am văzut mai înainte că un simbol este considerat un şir de caractere utilizat pentru un concept, proces, obiect etc. din domeniul problemei. De exemplu: VENIT, PROFIT, PREŢ, MUNCITOR, SALAR, 10.10.95, CONT, TVA sunt simboluri.

Scanned with OKEN Scanner

Aceste simboluri se pot utiliza într-o structură de simboluri pentru a reprezenta ceva din domeniul problemei reale. De exemplu:

(MUNCITOR IONESCU V.)
(INCASAT 10.10.95)
(SALAR 500.000)

Trebuie obligatoriu observat că dacă un sistem expert manipulează simboluri sau structuri simbolice nu înseamnă că nu poate efectua şi operaţiile logico-matematice cunoscute din problemele algoritmice, dar asemenea operaţii se fac numai dacă sunt necesare, ele nu constituie preocuparea de bază a sistemelor expert.

Autocunoaşterea este prezentă numai când sistemul expert posedă cunoaştere despre cunoaştere (metacunoaştere). Cunoaşterea de care dispune sistemul expert cu privire la desfăşurarea mecanismelor inferenţiale poartă numele de *metacunoaştere.*

Se ştie deja că multe sisteme expert sunt dotate cu capacitatea de a explica. Numai acestea pot explica utilizatorului *cum?* sau *de ce?* a ajuns în raţionamentele sale la numite concluzii. Dar abilitatea de a explica este numai o mică parte din ceea ce se numeşte autocunoaştere. Viitoarele sisteme expert vor avea capacitatea de a-şi reformula strategiile inferenţiale în vederea operării mai eficiente pentru derivarea de noi cunoştinţe din experienţă. Dezvoltarea acestei caracteristici în viitor va permite sistemelor expert autoînvăţarea şi apropierea din ce în ce mai mult de experţii umani.

Explicaţia este deci un aspect important al autocunoaşterii, dar nu şi suficient. Autocunoaşterea prezintă importanţă datorită faptului că utilizatorii capătă mai multă încredere, iar sistemul expert poate fi mai uşor depanat oferind astfel uşurinţă în prevederea efectului schimbărilor.

În cazul agenţilor economici sistemele expert, ca sisteme inteligente, prezintă şi alte atribute:

- abilitatea de a asista experţi la proiectarea propriilor sisteme expert, iar utilizatorii la desfăşurarea activităţilor specifice;
- abilitatea de a sensibiliza managementul asupra schimbării operaţiilor şi a relaţiilor dintre funcţiile diferitelor compartimente;
- autoorganizarea şi restructurarea bazei de cunoştinţe şi a relaţiilor dintre cunoştinţe prin activarea automată în condiţiile unor factori critici şi generarea de semnale asupra operaţiilor provocatoare de schimbări în direcţia reechilibrării;
- integrarea dintre sistemul de colectare a datelor cu modulele operaţionale şi procedurile cu specific inteligent pentru analiza economico-financiară şi activităţile de audit.

Managementul executiv în era sistemelor inteligente va consuma mai mult timp cu strategia şi modalităţile de integrare a operaţiilor şi mai puţin timp cu controlul operaţiilor, care va fi asigurat de către sistemele expert integrate.

Toate aceste caracteristici şi altele asemenea fac din tehnologia sistemelor expert o nouă sursă de creştere a productivităţii datorită faptului că este capabilă să ofere siguranţă şi experienţa necesară cu utilizarea lor inteligentă în luarea deciziilor.

Scanned with OKEN Scanner

2.4. CONCEPTE DE BAZĂ ALE SISTEMELOR EXPERT

Majoritatea tratatelor despre sistemele expert prezintă drept concepte de bază expertiza şi experţii, transferul expertizei, regulile de inferenţă şi capacitatea de a explica.

Expertiza este o cunoaştere intensivă, specifică domeniului problemei, achiziţionată prin instruire, citire sau experienţă îndelungată. Următoarele tipuri de cunoaştere sunt exemple de ceea ce se include în expertiză:

- fapte despre domeniul problemei;
- teorii din domeniul problemei;
- reguli şi proceduri privind domeniul problemei;
- reguli sau euristici despre ce trebuie făcut într-o situaţie problematică dată, pentru soluţionarea problemei;
- strategii globale despre soluţionarea tipurilor de probleme;
- metacunoaştere.

Toate aceste tipuri de cunoaştere permit experţilor să ia decizii mai rapide şi mai bune decât neexperţii în soluţionarea problemelor complexe. Este nevoie de ani mulţi de pregătire pentru a deveni expert, manieră în care chiar şi începătorii pot să devină experţi.

În legătură cu expertiza trebuie menţionat că ea este uzual asociată cu un înalt grad de inteligenţă, fără să fie întotdeauna legată de cea mai inteligentă persoană. În mod obişnuit, expertiza este asociată unei mari cantităţi de cunoştinţe. Experţii au o caracteristică suplimentară în sensul că învaţă din succesele şi greşelile făcute în trecut, iar cunoaşterea o pot memora, organiza şi regăsi rapid. Ei pot apela structurile cunoaşterii din experienţa proprie.

Experţii sunt dificil de definit deoarece poate fi vorba de persoane cu mai multe niveluri sau grade de expertiză. Întrebarea este cât de multă expertiză trebuie să posede o persoană calificată într-un domeniu înainte de a fi considerată expert?

Este unanim recunoscut faptul că distribuţia expertizei unui expert faţă de nonexperţi este de 100:1 (figura nr. 2.7).

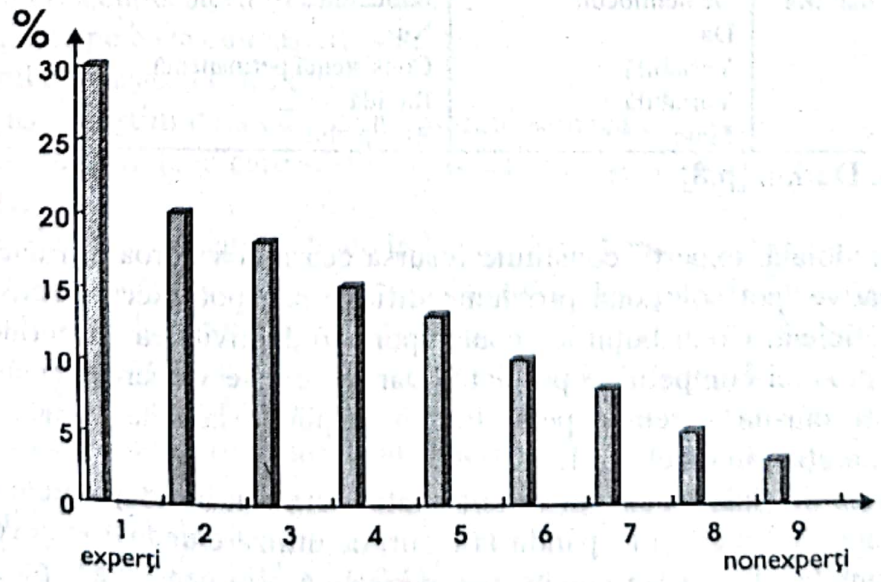


Fig. nr.2.7. *Distribuţia expertizei*

Cea mai eficace expertiză umană este aceea care trece de 100% către 200% sau 300% de la nivelul cel mai înalt.

Experiza umană include o gamă largă de activităţi ale expertului şi anume:

- recunoaşterea şi formularea problemei;
- rezolvarea problemei cu exactitate şi rapiditate;
- explicarea soluţiei;
- învăţarea din experienţă;
- restructurarea cunoaşterii;
- fragmentarea regulilor;
- determinarea relevanţei;
- conştiinţa limitelor sale.

Din aceste activităţi se desprinde că experţii pot lua o problemă stabilită arbitrar şi o convertesc într-o formă care conduce la o soluţie rapidă. Pentru aceasta este nevoie de abilitate în soluţionarea problemelor cuplată de capacitatea de explicare a soluţiei, învăţarea din experienţă a unor noi lucruri din domeniu, restructurarea cunoştinţelor atunci când este necesar, fragmentarea regulilor (a cunoaşte excepţiile de la regulă), a determina când expertiza este relevantă şi cunoaşterea limitelor cunoaşterii în domeniu. Toate aceste activităţi trebuie desfăşurate eficient (rapid şi cu un cost redus) şi eficace (cu rezultate de calitate). Pentru a imita un expert uman este necesar să se construiască un sistem cu toate aceste caracteristici. În tabelul 2.1, prezentăm unele aspecte comparative ale experţilor umani şi ale sistemelor expert.

Tabelul nr. 2.1. *Comparaţie dintre expertul uman şi sistemul expert*

Factorul	Expertul Uman	Sistemul Expert
Timpul disponibil	Numai în zilele lucrătoare	Oricând
Localizare spaţială	Numai local	Oriunde, mai ales în medii improprii omului
Siguranţa informaţiilor	De neînlocuit	Înlocuibil
Perisabilitate	Da	Nu
Performanţă	Variabilă	Consistenţă permanentă
Viteză de lucru	Variabilă	Rapidă
Costul	Mare	Acceptabil

Sursa: Durkin [p.8]

Fără îndoială, experţii constituie resursa cea mai valoroasă a unei firme. Ei pot oferi idei creative, pot soluţiona probleme dificile sau pot executa activităţi/sarcini de rutină foarte eficient. Contribuţia lor poate spori productivitatea întreprinderii, în sensul îmbunătăţirii poziţiei competitive pe piaţă. Dar, care este valoarea captării competenţei (expertizei) lor într-un sistem expert? Putem răspunde la o asemenea întrebare dacă urmărim comparaţia din tabelul 2.1.

Ca orice maşină, un sistem expert poate lucra oricând după orele de program şi nu numai, poate fi duplicat şi răspândit la locuri de utilizare unde este nevoie, mai ales în locuri ostile omului. Expertiza umană este perisabilă prin pensionări, plecări din unitate sau deces, în timp ce expertiza captată în sistemule expert poate fi utilizată în permanenţă şi mai ales firma poate folosi sistemul expert pentru instruirea novicilor. Un sistem expert

Scanned with OKEN Scanner

nu poate fi distrat sau impresionat de situaţii emoţionale ori de stres, iar viteza sa de lucru, ca şi performanţele se menţin aceleaşi, în contrast cu experţii umani, care acţionează imediat la acţiunea unor factori de acest fel. Experţii umani sunt din ce în ce mai scumpi, doresc salarii mari şi există întotdeauna dificultăţi cu obţinerea acordului lor pentru sarcini dificile.

Există două motive pentru care se decide construirea unui sistem expert, urmărind comparaţia din tabelul nr. 2.1.: (1) înlocuirea unui expert şi (2) asistarea unui expert în activitatea sa.

Principalele raţiuni pentru înlocuirea expertului uman sunt: (1) a face expertiza disponibilă şi după orele de program şi în oricare din punctele de lucru ale întreprinderii, (2) automatizarea unei sarcini rutiniere care necesită un expert, (3) expertul se pensionează sau a decedat, (4) expertul este foarte scump şi (5) expertiza necesară în medii de lucru periculoase pentru sănătatea omului sau în perioade de grevă prelungită.

Asistenţa expertului uman în activitatea sa constituie o decizie obişnuită în marile firme. Este vorba de asistenţă în efectuarea unor sarcini de rutină. De exemplu, medicul este asistat de un sistem expert în stabilirea unui diagnostic, un ofiţer de credite este asistat în acordarea creditelor către agenţii economici solicitanţi. În acest tip de aplicaţii obiectivul constă în îmbunătăţirea productivităţii specialiştilor în activitatea lor curentă.

Raţiunile pentru care se dezvoltă sisteme expert, capabile să asiste experţii în munca lor, sunt: (1) ajută expertul în executarea sarcinilor de rutină în scopul îmbunătăţirii productivităţii sale; (2) ajută expertul în executarea sarcinilor dificile în scopul unui mai bun control al complexităţii; (3) punerea la dispoziţia expertului a informaţiei dificil de procurat la momentul oportun..

Transferul expertizei constituie de fapt obiectivul unui sistem expert. Transferul are loc de la expertul uman la calculator şi de aici la utilizatorii experţi sau nonexperţi. Acest proces implică patru activităţi:

- achiziţia cunoaşterii de la experţi sau/şi din alte surse;
- reprezentarea cunoaşterii în calculator;
- inferenţierea pe baza cunoaşterii stocate;
- transferul cunoaşterii către utilizator.

Cunoaşterea ştim deja că este memorată în acea componentă a sistemului expert numită bază de cunoştinţe în care se disting două tipuri de cunoaştere:

- fapte;
- proceduri (uzual reguli), toate în legătură cu domeniul problemei.

Inferenţierea (procesul de inferenţă), o trăsătură unică, dar majoră a sistemului expert, este abilitatea de a raţiona. Pe baza expertizei memorate în baza de cunoştinţe şi a programului care poate avea acces la o bază de date sau la un fişier calculatorul este programat să facă inferenţe. Inferenţele sunt executate de către componenta numită motor de inferenţe care posedă proceduri, cunoaştere procedurală în legătură cu soluţionarea problemei.

Regulile. Majoritatea sistemelor expert în funcţiune sunt bazate pe reguli de forma IF...THEN...ELSE (DACĂ...ATUNCI...ALTFEL...) memorate în baza de cunoştinţe. Mai recent, reprezentarea prin cadre a devenit un complement al reprezentării prin reguli în anumite aplicaţii.

Scanned with OKEN Scanner

Capacitatea explicativă este, am văzut anterior, o trăsătură majoră a sistemelor expert, în legătură cu explicarea sfatului pe care-l dau sau a recomandărilor făcute pentru alternativele decizionale.

Trăsăturile sistemelor expert față de cele ale sistemelor informatice convenționale sunt prezentate în tabelul nr. 2.2. și se pot compara cu cele ale inteligenței artificiale în raport cu produsele program convenționale arătate mai înainte.

Tabelul nr.2.2. *Trăsăturile sistemelor expert în raport cu trăsăturile sistemelor informatice clasice*

SISTEMELE INFORMATICE CLASICE	SISTEMELE EXPERT
Datele și prelucrarea lor sunt combinate într-un program secvențial.	Cunoștințele din baza de cunoștințe sunt separate de programul de control (motorul de inferențe).
Programele nu produc erori.	Programul poate face erori, greșeli.
Nu explică de ce sunt necesare datele de intrare și rezultatele.	Explicația face parte integrantă din sistemele expert.
Schimbările în programe sunt dificile..	Schimbările în baza de cunoștințe sunt ușor de realizat.
Sistemul operează numai când este complet.	Sistemul poate opera și când există numai câteva reguli (prototip demonstrativ).
Execuția programelor se face pas cu pas conform algoritmului.	Execuția are loc pe baze euristice și logice.
Manipulează eficient baze de date mari.	Manipulează eficient baze de cunoștințe mari.
Reprezintă și utilizează date.	Reprezintă și utilizează cunoștințe.
Eficiența este un scop major.	Eficacitatea este scopul major.
Lucrează ușor cu date cantitative (numerice).	Lucrează ușor cu date calitative (simboluri).
Captează, mărește și distribuie accesul la date numerice și informații.	Captează, mărește și distribuie accesul la raționament și cunoștințe.

2.5. CUM LUCREAZĂ UN SISTEM EXPERT

Trei activități majore fac parte integrantă din ceea ce se numește construirea (realizarea) unui sistem expert: dezvoltarea, consultarea și îmbunătățirea.

Dezvoltarea unui sistem implică obținerea bazei de cunoștințe prin achiziția cunoașterii de la experți sau din alte surse. Cunoașterea este separată în cunoaștere declarativă (factuală) și cunoaștere procedurală (reguli). Dezvoltarea include totodată și construirea sau achiziția unui motor de inferențe, precum și a celorlalte module componente (modul explicativ, modul de achiziție a cunoașterii, interfețele cu alte produse program necesare).

Participanții la această activitate sunt expertul (experții), cognoticianul și eventual programatorii care elaborează interfețele cu alte aplicații.

Procesul de dezvoltare a sistemelor expert poate fi de durată și se utilizează în mod frecvent un generator sau un shell de sistem expert, instrument de dezvoltare care include toate componentele generice mai puțin baza de cunoștințe specifică domeniului aplicativ.

Consultarea. După ce sistemul este dezvoltat și validat el este trecut în exploatarea utilizatorilor. Când utilizatorii doresc un sfat, o recomandare sau alt rezultat de la sistem, acesta este lansat în sesiunea de consultare, care se desfășoară printr-un dialog astfel:

Scanned with OKEN Scanner

- utilizatorul poate adresa întrebări pentru a-şi procura fapte despre situaţia specifică în care se află;
- sistemul acceptă întrebările şi oferă răspunsuri.

Acest efort îl efectuează motorul de inferenţe, singurul care decide ce euristici să utilizeze pentru căutarea răspunsului cel mai adecvat la întrebarea pusă. Utilizatorul poate pune şi el întrebări pentru obţinerea unor explicaţii. Trebuie reţinut că puterea inferenţială şi calitatea inferenţelor sunt determinate de metodele de reprezentare a cunoaşterii utilizate la elaborarea sistemului, precum şi de puterea motorului de inferenţe.

În prezent, în stadiul actual al tehnologiei, utilizatorul trebuie să stea în faţa unei staţii de lucru pentru a realiza conversaţia cu sistemul expert. Se apreciază că sistemele expert ale viitorului vor utiliza dispozitive speciale de răspuns şi sinteză a vorbirii.

Sistemele expert pot adresa la rândul lor întrebări şi aştepta răspunsuri de la utilizatori. Acelaşi mod de consultare poate fi folosit şi de către constructorul de sisteme expert în timpul fazelor de dezvoltare când se testează interfaţa utilizator şi modulul explicativ.

Îmbunătăţirea sistemelor expert este posibilă în mai multe moduri printr-un proces de prototipizare rapidă. Vom reveni asupra acestui aspect. Acum credem că prezintă importanţă un exemplu de sistem expert şi ceea ce percepe utilizatorul de la un sistem expert pentru asistenţă la cumpărarea unui autoturism (AUTOSELECT).

AUTOSELECT sprijină cumpărătorul în luarea deciziei de cumpărare în funcţie de mai multe criterii desprinse din succesiunea de meniuri la care opţiunile se pot selecta prin cifre şi acţionarea tastei <ENTER>. Iată mai jos acest dialog:

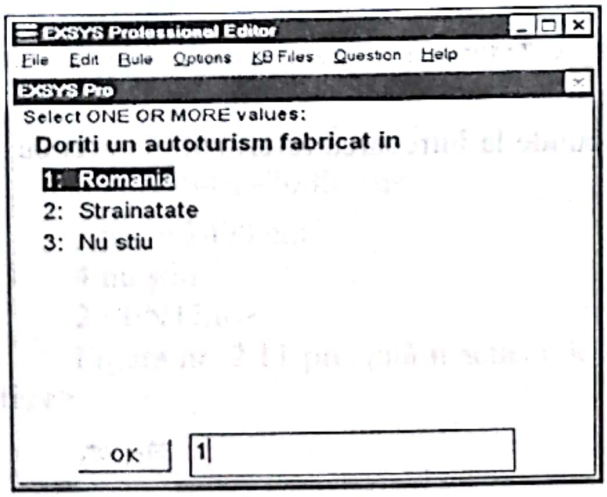
a) meniuri pentru răspunsuri ale utilizatorului.

Selectarea provenienţei autoturismului se face prin intermediul calificatorului:

<Doriţi un autoturism fabricat în>

1 România
2 Străinătate
3 Nu ştiu
1 <ENTER>

Prezentăm în figura nr. 2. 8 interfaţa de lucru pentru acest calificator.



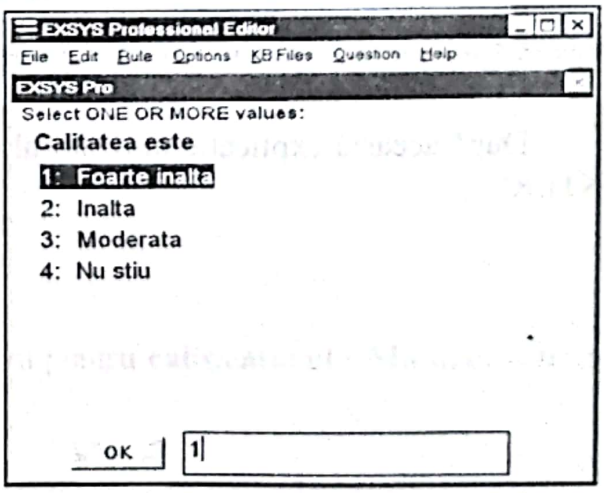


Fig. nr.2.8. *Meniu de preluare a răspunsului de la utilizator*

Scanned with OKEN Scanner

Utilizatorul sistemului expert are posibilitatea selectării calităţii dorite pentru viitorul autoturism prin intermediul calificatorului: **<Calitatea este>**

1 Foarte înaltă
2 Înaltă
3 Moderată
4 Nu ştiu
1<ENTER>

Figura nr. 2.8 prezintă modul de selectare a valorii pentru calitate.

În funcţie de veniturile lunare şi puterea financiară, cumpărătorul poate stabili dacă preţul este important sau nu în luarea deciziei prin intermediul calificatorului: **<Preţul autoturismului este>**

1 Important
2 Neimportant
3 Nu ştiu
WHY <ENTER>

Notă: În replică la întrebarea WHY sistemul afişează regulile despre preţ, existente în baza de cunoştinţe, prezentată de noi în figura nr. 2.9.

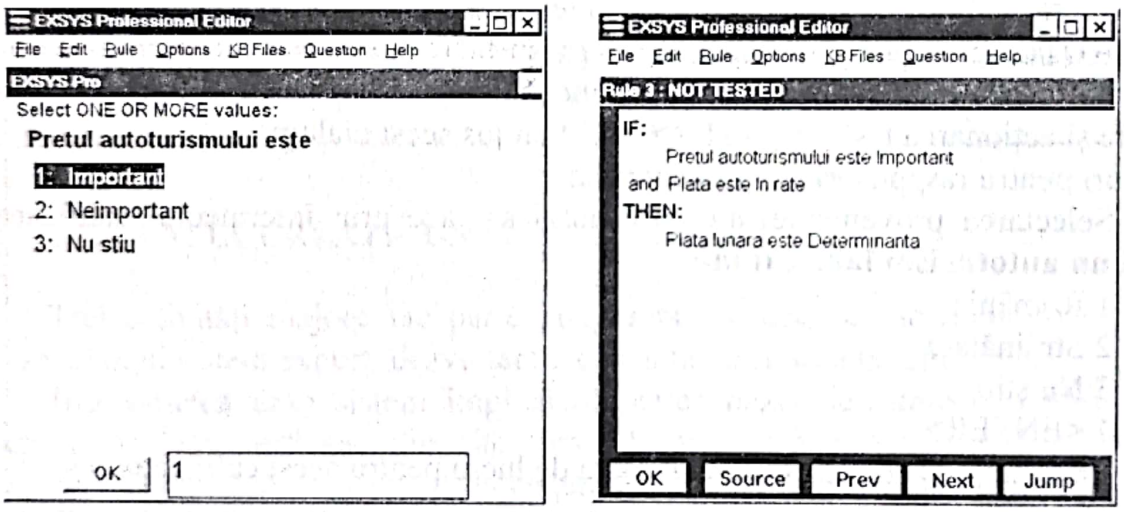


Fig. nr.2.9. *Selectarea preţului autoturismului şi răspunsul la WHY*

După această explicaţie utilizatorul răspunde la întrebarea referitoare la preţ cu 1 <ENTER>.

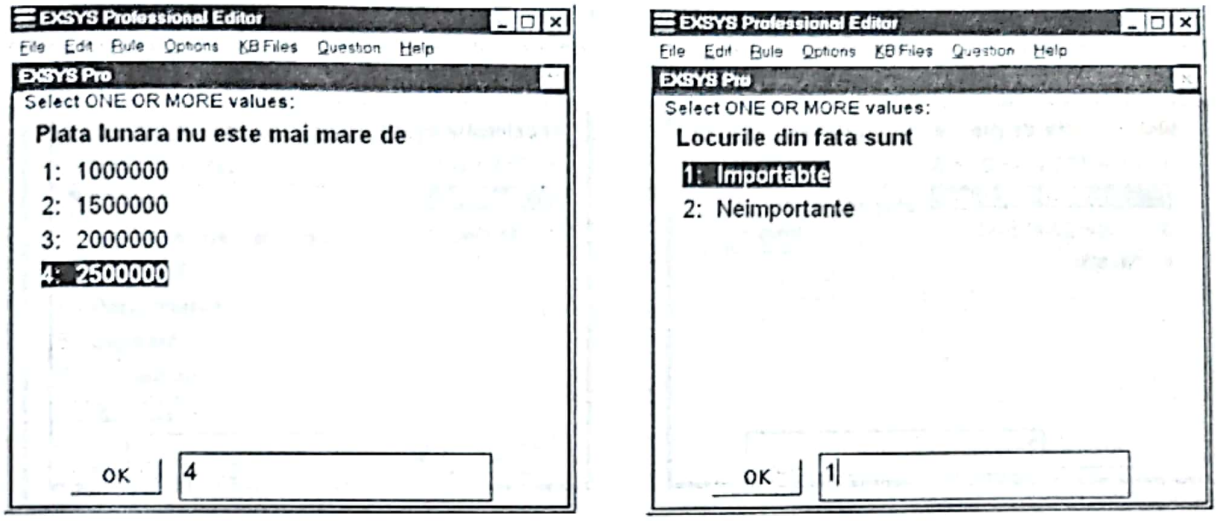


Fig. nr.2.10. *Selectarea valorii maxime lunare de plată şi a importanţei locurilor*

Selectarea valorii maxime de plată lunare se face prin intermediul calificatorului: **<Plata lunară nu este mai mare de>**

1 1000000
2 1500000
3 2000000
4 2500000
4 <ENTER>

Stabilirea importanţei siguranţei locurilor din faţă se realizează prin intermediul calificatorului: **<Locurile din faţă sunt>**

1 importante
2 neimportante
1 <ENTER>

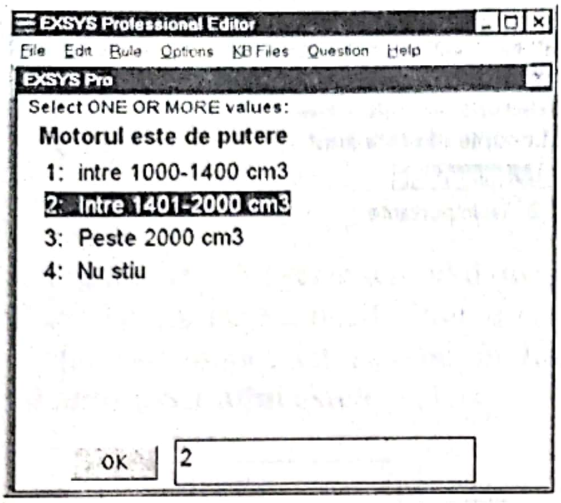
Machetele de lucru cu aceşti doi calificatori se prezintă în fig. nr. 2.10.

Destinaţia dată mijlocului de transport şi / dorinţa cumpărătorului pentru un motor mai puternic sau nu se poate stabili printr-un răspuns dat calificatorului **<Motorul este de putere>**

1 între 1000 - 1400 cm^3
2 între 1401–2000 cm^3
3 peste 2000 cm^3
4 nu ştiu
2 <ENTER>

Figura nr. 2.11 prezintă macheta de lucru pentru **calificatorul <Motorul este de putere>**

Scanned with OKEN Scanner



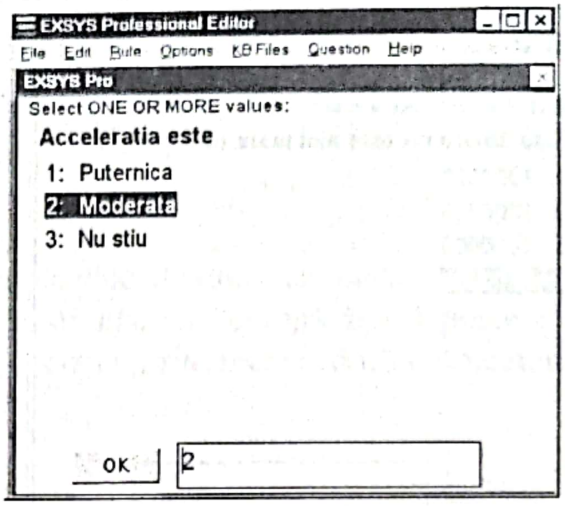


Fig. nr.2.11. *Selectarea puterii motorului şi tipului de accelerație*

Tipul accelerației este pentru mulți cumpărători un element cheie în determinarea mărcii unui autovehicul de cumpărat. Macheta de lucru o prezentăm în figura nr. 2.11, iar selectarea se face prin intermediul calificatorului: **<Accelerația este>**

1 puternică
2 moderată
3 nu ştiu
2 <ENTER>

Prin intermediul calificatorului **<Fiabilitatea este>** se poate stabili ce fiabilitate ar dori utilizatorii pentru maşina lor (vezi fig. nr. 2. 12) unde aceasta poate fi:

1 mare
2 nu are importanță
3 nu ştiu
3 <ENTER>

Prin intermediul meniului din figura nr. 2.12 se stabilesc factorii cei mai importanți în luarea deciziei de cumpărare, prin intermediul calificatorului **<Factorul cel mai important în decizia de cumpărare este>**

1 prețul
2 economia de carburant
3 confortul
4 performanța
5 siguranța
6 fiabilitatea
7 calitatea
8 nu ştiu
1,7 <ENTER>

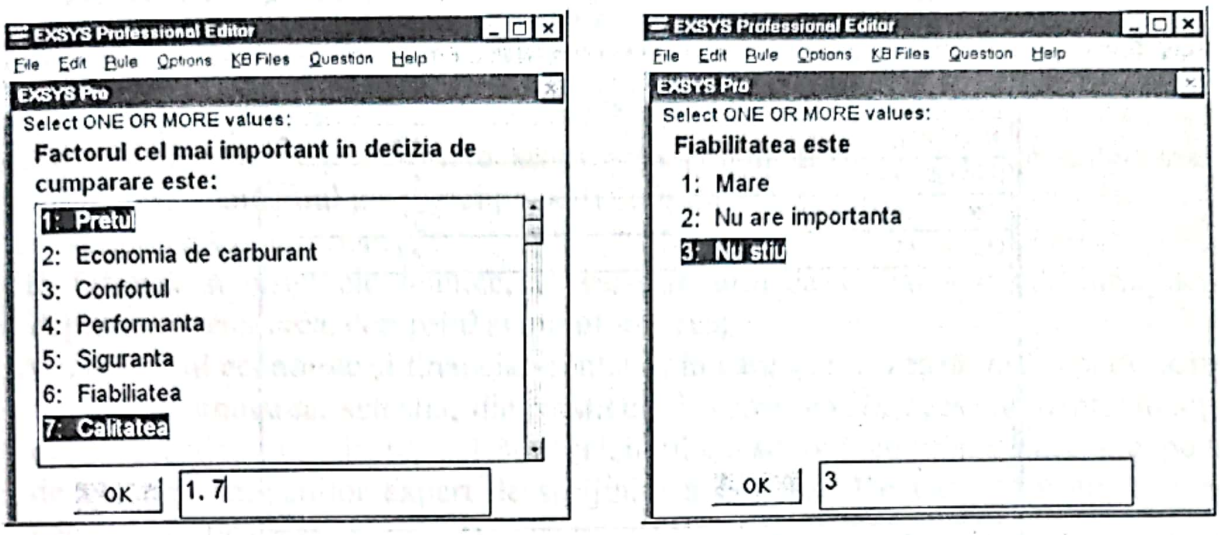


Fig. nr.2.12. *Selectarea factorilor cei mai importanţi şi a fiabilităţii*

După răspunsul la toate aceste întrebări sistemul afişează recomandarea:

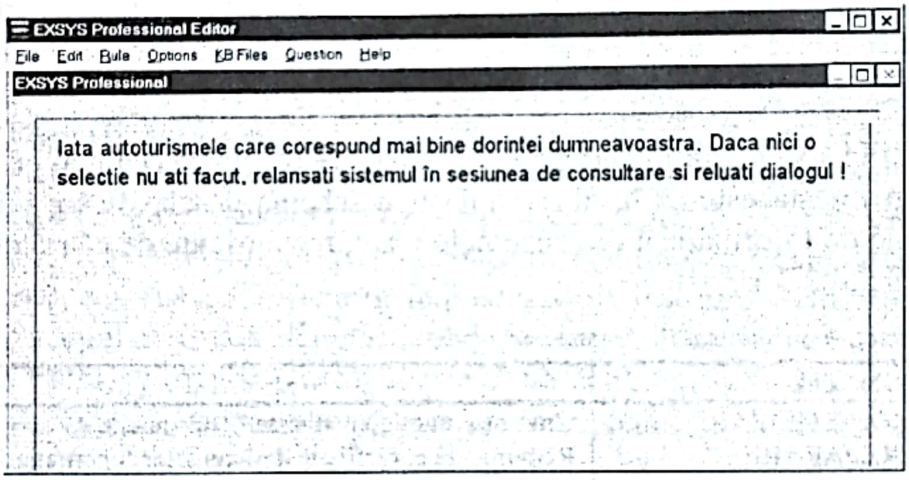


Fig. nr.2.13. *Text de sfârşit de sesiune*

Rezultatele obţinute la execuţie sunt cele aferente răspunsurilor introduse. Iată cum arată ele în listă (vezi fig. nr.2.14.).

Observaţie:

Numerele din dreptul fiecărui tip de autoturism reprezintă factorul de certitudine pe scara de selecţie (-100,+100) specifică generatorului EXSYS Professional, utilizat în dezvoltarea sistemului expert AUTOSELECT.

Scanned with OKEN Scanner

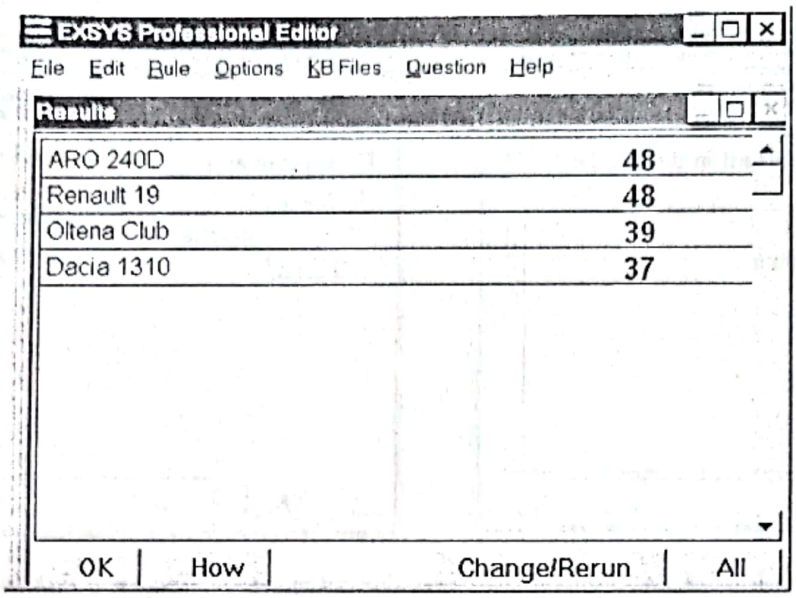


Fig. nr.2.14. *Rezultate la execuţie*

2.6. APLICAŢIILE SISTEMELOR EXPERT

Aplicaţiile sistemelor expert sunt numeroase. Credem că cea mai bună modalitate de a le trece în revistă este să le observăm după schema de clasificare utilizată pentru funcţiile posibile de informatizat din sistemele reale, recunoscute de către toţi cercetătorii în domeniu (tabelul 2.3.).

Tabelul nr. 2.3. *Funcţii informatizabile cu sisteme expert*

FUNCŢIA	SPECIFICAŢIA
CONTROL ŞI MONITORIZARE	Controlul inteligent al sistemelor (automat).
DEPANARE ŞI REPARARE	Recomandă corecţii ale deficienţelor funcţionării sistemelor.
PROIECTARE	Proiectarea produselor şi sistemelor.
DIAGNOSTIC ŞI ÎNTREŢINERE	Localizează erorile de funcţionare şi recomandă corecţiile necesare.
INSTRUIRE	Îmbunătăţirea performanţelor celor care învaţă folosind strategiile CAI (Computer Asisted Instruction). Tutori inteligenţi.
INTERPRETARE	Clarificarea unor situaţii, inferarea semnificaţiilor situaţiilor noi pe baza semnalelor de la senzori.
PLANIFICARE	Dezvoltă scheme de activitate orientate spre scop (obiective)
PREDICŢIE	Inferarea unor situaţii probabile pe baza informaţiilor deja cunoscute.
SIMULARE	Deducerea consecinţelor acţiunilor sau evenimentelor declanşate de către sistemul însuşi.
CLASIFICARE (TAXONOMIE)	Organizarea entităţilor (obiectelor) pe clase/categorii.
SELECŢIE	Identificarea celei mai bune alternative dintr-o listă de posibilităţi.

Acestea din tabelă sunt doar funcţiile care într-un sistem real se pot întâlni mai ales combinate între ele. Dintre acestea cele mai utilizate în prezent sunt cele de diagnostic/întreţinere (45% din aplicaţii), proiectare şi planificare (20%), interpretare (20%), control/monitorizare şi celelalte (15%).

Scanned with OKEN Scanner

Aplicaţiile cu funcţii de control şi monitorizare se află în continuă expansiune şi sunt asociate frecvent cu diagnosticul şi planificarea.

Plecând de la aceste funcţii, care se pot realiza cu sisteme expert, definim domeniile de aplicaţii în ordine evolutivă astfel:

I. Medicină şi biologie, în care se utilizează mai ales funcţiile de diagnostic şi întreţinere. Domeniul geologiei poate fi considerat tot aici;

II. Agricultură şi agronomie;

III. Tehnică şi sistemele tehnice, în care se utilizează diagnosticul, întreţinerea, depanarea, repararea, controlul şi monitorizarea;

IV. Domeniul economic şi financiar-contabil, în care se utilizează intens planificarea, predicţia, simularea, selecţia, diagnosticul şi instruirea. În acest domeniu funcţiile de diagnostic, planificare, selecţie şi simulare se pot combina între ele pentru dezvoltarea aplicaţiilor expert de sprijinire a deciziei. Deja există sisteme expert pentru planificare şi decizii strategice;

V. Chimie, biochimie, domeniu militar ş.a., care utilizează funcţiile de planificare şi interpretare;

VI. Informatica şi ingineria în general, care utilizează controlul şi monitorizarea sistemelor complexe;

VII. Configurarea sistemelor complexe din electronică, chimie şi informatică cu ajutorul funcţiei de proiectare.

Este important de remarcat încă un lucru deosebit şi anume faptul că sistemele expert ca şi experţii umani se consacră la două tipuri de activităţi:

a) achiziţia expertizei pentru tezaurizarea cunoaşterii rezultate din experienţa acumulată într-un domeniu, cunoaştere foarte utilă în procesele de instruire ulterioare;

b) consultarea în scopul efectuării diagnosticului, predicţiei, controlului etc.

Dacă în cazul experţilor umani, aceste două activităţi sunt efectuate de către o singură persoană, în cazul sistemelor expert ele corespund la două tipuri diferite de sisteme:

1) Sisteme pentru generarea de sisteme expert, denumite shell sau generatoare de sisteme expert, pe care le utilizează cognoticienii şi/proiectanţii sau experţii;

2) Sisteme în versiune utilizator folosite de către utilizatorii beneficiari comuni.

În domeniul gestiunii aplicaţiile sistemelor expert sunt ceva mai recente. Încercările şi realizările comerciale s-au făcut în jurul funcţiilor clasice ale întreprinderii. Doi cercetători canadieni J.M. Karkan şi G. Tjoen prezintă acest domeniu aplicativ în felul următor:

a) *Producţie:*

- CAM, CIM (Computer Aided Manufacturing/Computer Integrated Manufacturing);
- conducere roboţi şi ateliere flexibile de producţie;
- diagnosticul şi întreţinerea sistemelor;
- controlul calităţii;
- controlul proceselor în timp real.

b) *Finanţe:*

- consilierea în plasamentele financiare;
- gestiunea impozitelor;
- marketing financiar;

Scanned with OKEN Scanner

- diagnostic financiar;
- acordare credite;
- planificare financiară;
- gestiune portofolii etc.

c) *Gestiunea resurselor umane:*
- evaluarea funcţiilor;
- stabilirea baremurilor;
- selecţia personalului;
- determinarea profilului;
- pensionare;
- instruire ş.a.

d) *Marketing:*
- evaluarea potenţialului pieţei;
- analiza forţei şi slăbiciunilor concurenţei;
- gestiunea reţelelor de distribuţie;
- alegerea mediilor publicitare etc.

Se înţelege că aceste aplicaţii nu pot fi prezentate exhaustiv de către nici un autor. În ce ne priveşte adăugăm doar pentru domeniul financiar şi aplicaţiile sistematizate de către D.E. O'Leary şi P.R. Watkins de la Universitatea Southern California.

1) *Asigurări:*
- garanţii;
- vânzări;
- planificare financiară;
- rezolvare reclamaţii;
- analize actuariale;
- plasamente investiţionale;
- gestiune portofolii.

2) *Activitate bancară:*
- prezentare încasări din vânzări;
- declaraţii bancare;
- confruntare clienţi-produse;
- gestiune datorii;
- schimburi cu străinătatea;
- evaluare credite;
- tranzacţii bancare;
- planificare financiară;
- evaluare riscuri;
- credite comerciale;
- gestiune portofolii;
- audit colateral;
- gestiune acreditive.

3) *Brokeraj:*
- vânzări;
- analize investiţii;
- sprijin comercial;

Scanned with OKEN Scanner

- gestiune risc;
- prelucrare tranzacţii;
- oportunitate arbitraj;
- monitorizare preţ-acţiune;
- schimburi cu străinătatea;
- gestiunea ratei dobânzii.

Pe baza acestor câtorva aplicaţii financiare, comunitatea financiară poate înţelege că sistemele expert constituie instrumente oportune pentru transmiterea cunoaşterii tezaurizate. De aceea se investeşte masiv în instruiri interne pentru captarea optimă a cunoaşterii în domeniu. Cele mai avansate în utilizarea sistemelor expert sunt companiile de asigurări şi băncile, care promovează expertiza continuă prin programe de instruire pe scară largă. Un sondaj recent arată că în SUA 35% dintre firmele de brokeraj, 50% dintre bănci şi 80% din companiile de asigurări investesc masiv în sistemele expert. S-au identificat deja aplicaţii şi s-au angajat cognoticieni cu sarcini precise.

Pentru specialiştii în *contabilitate* credem că ar fi interesant de prezentat şi o serie de aplicaţii din acest domeniu. Mai întâi subliniem că raţionamentele celor mai valoroşi experţi în contabilitate au devenit deja disponibile prin sisteme expert. De altfel, expertiza informatizată în contabilitate se utilizează de mai mulţi ani, dar în prezent utilizarea sistemelor expert a căpătat o extindere mai rapidă. Mai mulţi cercetători se ocupă de aplicaţiile posibile ale sistemelor expert în contabilitate: Brown, O'Leary, Watkins, Edwards ş.a. Din cauza obligaţiei legale de protecţie a proprietarului expertizei multe sisteme expert contabile nu au fost comercializate şi au utilizare internă. Câteva sisteme expert au început să fie comercializate pentru firmele de contabilitate şi utilizatori din întreprinderi.

Principalele domenii de aplicaţie ale sistemelor expert în contabilitate sunt: auditing, planificarea impozitelor întreprinderii, determinarea impozitului pe profit, planificare financiară, contabilitate financiară şi contabilitate de gestiune. În SUA, EY/Decision Support, Expertest, AuditPlanning, Advisor sunt numai unele dintre sistemele expert folosite în asistarea planificării şi derulării programelor de audit. Risk Advisor, CCR/36 Advisor sunt sisteme expert menite să identifice şi să evalueze riscul auditingului, VATIA şi Loan Probe se utilizează în auditul unui domeniu specific.

Alex Edwards şi N.A.D. Connell de la Universitatea Southampton din Anglia arată că tehnologia sistemelor expert oferă potenţiale enorme pentru contabili şi contabilitate şi are impact dramatic asupra varietăţii funcţiilor contabilităţii. De exemplu, planificarea gestiunii, alegerea şi aplicarea unei metode contabile pentru raportări externe (inclusiv stabilirea standardelor), alegerea evaluărilor în audit, calculul şi planificarea impozitelor optime sunt sectoare care solicită aplicarea judecăţilor expertului. Recunoscându-se importanţa dezvoltării tehnologiei sistemelor expert pentru contabilitate, în Regatul Unit s-a organizat cu începere din 1985 cicluri de doi ani de şcolarizare postuniversitară sub conducerea Catedrei de contabilitate şi ştiinţele managementului de la Universitatea din Southampton în scopul înţelegerii rolului sistemelor expert în contabilitate. Şi alte exemple de aplicaţii dovedesc că profesia contabilă are mare aderenţă la pulsul tehnologiei sistemelor expert, iar specialiştii în contabilitate sunt bine implicaţi în dezvoltarea de sisteme expert comerciale. În principiu, orice activitate de contabilitate care este bazată pe reguli apare drept candidat ideal pentru un sistem expert.

Scanned with OKEN Scanner

În general, nu pot fi trasate granițe stricte între contabilitate și alte activități cum sunt gestiunea costurilor, planificarea financiară, analiza financiară, diagnosticul întreprinderilor ş.a. care sunt de fapt parte integrantă a funcției financiar-contabile. De aceea în acest domeniu sistemele expert prezentate în literatura de specialitate ocupă patru zone funcționale:

a) sisteme pentru control intern şi audit;
b) sisteme pentru impozitare (interpretarea şi aplicarea legislației de impozitare la exemplul întreprinderilor;
c) sisteme pentru planificarea financiară;
d) sisteme pentru interpretarea actelor normative altele decât cele referitoare la impozitare.

Louis F. Pau de la Universitatea Tehnică din Danemarca identifică în anul 1990[20] următoarele sisteme expert deja utilizate în domeniile menționate în tabelul nr. 2.4.

Tabelul nr. 2.4. *Sistemele expert în domeniul economic şi financiar-contabil*

DOMENIUL	SISTEMUL EXPERT	MEDIUL DE DEZVOLTARE
AUDIT ŞI CONTROL		
- analiză bilanț	FINEXPRO	Experteam
	FINEXPERT	Experteam
	CREDITEXPERT	Personal Consultant
	GIPA	GURU
- planificare audit	CAPEX	GURU
- pregătire programe de testare în audit	EXPERTEST	GOLDWORKS shell
- contracte de audit	AUDIT	KEE shell
- generare rapoarte	FINEX/GUVEX ş.a.	Nexpert shell
- TVA	VOTAR/POSIS	Hexe shell
ACTIVITATE BANCARĂ		
- gestiune conturi clienți	SMERTIOS	
	ALVIN	Savoia Shell
	MATIAS	Xi Plus shell şi C++
- analiză sucursale şi filiale (indicatori)		
- împrumuturi comerciale	CLASS	GEN-X shell
- creditare şi analiză cărți de credit	FCA	
	Application Expert	
	Credit Expert	
	CREDEX	SNARK shell
	MOZART	PLATO shell şi Smalltalk
	ELCAS	GURU shell
	Authorizer Advisor	ART shell
	CRES	GURU shell
	SYNTEL Lendring	Advisor SYNTEL
- supraveghere conturi		
- incaso documentar	Cybercredit	
- marketing bancar	FAME	OPS5 shell
- control servicii bancare	META-PSS	DEDALE shell
- transfer de bani	A-CLASS/ATRANS	SWIFT format
	TEXPERT	

20 Pau, L.F., *Economic and Financial Knowledge Based Processing*, Springer–Verlag, Berlin, 1990, p. 35.

Scanned with OKEN Scanner

- creditare ipotecară	TIPI	LISP,
	Mortgage Selector	CLEOPATRA
- stabilire preţuri, servicii şi analiză risc	MARBLE	
- selecţie fonduri publice		Nexus shell
- trezorerie	E/G/I	
GESTIUNE MACRO ŞI MICROECONOMICĂ		
- realocare resurse financiare	EMEX	
- judecare prognoze	ECO/KARL	
- evaluări monetare	PANISSE	EMYCIN şi Tigre shells
- module de prognoză	P/C Analysis	
- analiză risc		
- învăţare		
FINANŢE		
- comercializarea hârtiilor de valoare	FS-Dealer Edwin	
	X-Options	
	Finoblig	
	Trademaster	
- analize financiare	SAFIR	
	SEFIA	Argument shell
	SECRETS	
- informare financiară	FIQ	Prolog, NN
	SPEED	Nexpert shell
	Cyty Interface	Crystall shell
- schimburi cu străinătatea	FX	Genera shell
	FXAA	
	TARA	
- marketing financiar	MAX	Nexpert shell
- achiziţii şi fuziuni	MARS	KEE shell
- planificare pensionări	CLASP	
- administrare portofolii	CLARIS	
	FOLIO	
	SAGE	
	PLANPOWER	
- gestiune bunuri imobiliare	PEPS	
- reglementări şi audit financiar	EVA, INVESTIMAT	
	CBREIS, Advisa	
- analiza riscului		
ASIGURĂRI		
- prelucrare reclamaţii	Exclaim	
- credite de asigurare	CLUE	
- asigurări de viaţă, bunuri etc.	SCARON	Prolog, LISP
	PARADOCS	Crystall shell
- reasigurări	FIRUS, CLUES	ESE-shell
	ADVISA	Xi-Plus
PLANIFICARE IMPOZITE ŞI TAXE		
- impozite afaceri	Business Tax Advisor	
- analiză consistenţă impozite	EXPERT-TAX	
	ACCI	
- validare TVA	CLINTE	
- planificare impozite pentru locuinţe proprietate personală	TAX-ADVISOR	

Compania daneză CRI A/S, specializată în aplicaţii ale noilor tehnologii informaţionale încă din 1978, a elaborat periodic un repertoriu al sistemelor expert. Iată cu titlu de exemplu, din ediţia din 1986[21], câteva sisteme expert pentru domeniul gestiunii, finanţelor şi contabilităţii menţionate în acest repertoriu (tabelul nr. 2.5.).

Tabelul nr. 2.5. *Sisteme expert pentru domeniul gestiunii, finanţelor şi contabilităţii*

SISTEMUL EXPERT	FUNCŢIA/DOMENIUL	MEDIUL DE DEZVOLTARE
	CONTABILITATE	
AUTOMATED TAX	- pregătire documente de impozitare	
AGGREGATE Assistant	- proiectare situaţii financiare din conturi	Prolog
AYMM (Finance)	- selectare finanţare guverne pentru noi debuşee de afaceri	NEXUS shell
FOLIO	- determinare obiective de investiţii pentru portofoliile clienţilor	
HELIX	- consiliere în investiţii pentru minimizare impozit	
Needham (Business)	- prelucrări tranzacţii pentru contabilitate financiară şi management servicii	Prolog
TAXADVISOR	- consiliere şi analiză în probleme de impozite pentru întreprinderi	EMYCIN shell AIDMS shell
TICOM	- evaluarea controlului intern în auditing	
AUDITOR	- asistare la evaluarea debitorilor slabi	AL/X
ESTEAM	- gestiune portofolii pentru investiţii profitabile	
HELIX	- consiliere în selectarea portofoliilor	
SYNTELLIGENCE	- gestiune în asigurări	
	GESTIUNE	
APEX	- management vânzări	
COMEX	- gestiune afaceri în agricultură	
CONCEPT	- gestiune, modele şi planificare marketing pentru bunuri de consum	
MARKETER	- asistenţă în decizii de marketing	
MIT (Business)	- managementul întreprinderii şi controlul resurselor umane	
DEM	- gestiune costuri	
KADBASE		
DESIGN TOPRODUCT	- managementul producţiei	POPLOG
IMS	- execuţie proiecte de management şi programare	
NUDGE	- gestiunea muncii de birou	
OFFICE ADVISOR	- consiliere pentru creşterea performanţei în munca de birou	
OP-PLANNER	- planificare	
PTRANS	- planificarea producţiei şi distribuţiei	

21 Godfrei, S., Lowgeland-Knudsen, J. – *The CRI Directory of Expert Systems*, Learned Information (Europe) Ltd., Oxford, 1986.

Scanned with OKEN Scanner

XSEL, XSITE	- asistenţă la vânzarea de calculatoare	
ISA	- asistenţă la programarea comenzilor clienţilor	
IMET	- management industrial	
TAXMAN	- gestiunea pieţei portofoliilor	
ISIS	- gestiunea producţiei	
PICON	- gestiunea producţiei	
TRANSCELL	- gestiunea producţiei	
CALLISTO	- management resurse şi programare	
EDAAS	- gestiune afaceri publice	
Price Analysis	- analiza preţurilor în audit	
Accounting Opinion	- formare opinii în analiza situaţiei financiare	
IBM (Assembly)	- gestiunea şi controlul calităţii	
ICRF, PRECEPTOR	- prognoză (predicţie)	
TIMM–TUNER	optimizare	

Cu referire la aceste sisteme expert se poate observa intersecţia funcţiilor lor în raport cu funcţiile şi activităţile întreprinderilor, ca şi paleta extrem de largă a domeniilor aplicative. Generatoarele de sisteme expert existente la acea dată erau: ADVISER, AIDMS, ALIX, AMORD, APES, EMYCIN, ES/P Advisor, EXPERT-EASE, FRL, GENIE, INTELLECT, ISIS, KEE, KES, KL-ONE, KL-TWO, KRL, LOGICIAN, M1, NEXUS, OPS şi OPS-83, OWL, Personal Consultant, PLUME, POPLOG, ROSIE, SAGE, SRL, SAVOIR, XRL (elaborat de către un colectiv condus de M. Bărbuceanu şi A. Florea de la I.C.C.I. Bucureşti), XSYS. Şi generatoarele de sisteme expert pot fi considerate, fără a greşi, domenii de aplicaţii ale tehnologiei sistemelor expert.

2.6.1. Utilizarea sistemelor expert în contabilitate

Nu putem încheia acest paragraf fără să remarcăm prima opinie autorizată cu privire la utilizarea sistemelor expert în contabilitate care aparţine profesorului Daniel O'Leary de la Universitatea Southern California[22]. Acest profesor se întreabă "De ce managementul trebuie să ştie despre sistemele expert din contabilitate, respectiv despre fezabilitatea acestora?. Din două raţiuni, explică autorul, şi anume:

- dezvoltarea sistemelor expert afectează managementul alocării resurselor;
- sistemele expert în contabilitate conţin cunoaştere şi raţionamente despre deciziile bazate pe informaţia contabilă, iar aceste decizii sunt afectate de reflecţiile managementului."

Autorul identifică cinci domenii funcţionale ale contabilităţii:

- audit;
- contabilitatea managerială;
- impozitarea;
- sistemele informatice contabile;
- contabilitatea financiară.

În domeniul auditului există trei categorii de auditori implicaţi: externi, interni şi ai sistemelor informatice. Auditorii externi sunt cei din afara întreprinderii, contabili

[22] Silverman, B-G., *Expert Systems for Business*, Addison-Wesley, 1987, p. 83.

Scanned with OKEN Scanner

autorizaţi, experţi contabili şi cenzori. Ei elaborează o opinie contabilă despre situaţiile financiare ale întreprinderii (conturile anuale), opinie cu impact direct asupra credibilităţii întreprinderii şi capacităţii sale de a genera profit. Managementul este interesat în mod direct de procesul decizional prin care auditorul extern îşi formulează opinia sa.

Auditorii interni revizuiesc operaţiile întreprinderii, de aceea managementul care i-a numit are tot interesul ca ei să posede instrumentele de audit cele mai adecvate pentru asigurarea eficienţei controlului.

Auditorii sistemelor informatice sunt, fie interni, fie externi, interesaţi de auditul sistemelor bazate pe calculatoare. Şi în legătură cu aceştia managementul este interesat să aibă la dispoziţie instrumentele adecvate pentru evaluarea şi desfăşurarea controalelor cerute pentru contabilitatea informatizată, tocmai pentru a minimiza consumul de resurse datorat controalelor necorespunzătoare.

Foarte interesante sunt opiniile acestui autor în legătură cu cele cinci domenii ale contabilităţii. *Contabilitatea managerială* dezvoltă o informaţie în scopul de a veni în întâmpinarea decidenţilor. Ca urmare, managementul este primul interesat ca expertiza folosită în dezvoltarea şi întreţinerea sistemului contabilităţii manageriale să fie cea mai adecvată. *Contabilitatea impozitelor* se referă la aplicarea legislaţiei de impozitare a statului pentru întreprinderi şi persoane particulare. Această ramură a contabilităţii are o relaţie foarte puternică cu organele statului, iar deciziile cu privire la impozite afectează direct cash-flow-ul întreprinderii. Ca urmare, managementul este interesat în expertiza corespunzătoare în problemele de impozitare.

Sistemele informatice contabile sunt menite să asigure nevoia de informaţii pentru management, precum şi cererile utilizatorilor externi. Şi în acest caz, managementul şi partenerii întreprinderii sunt interesaţi ca sistemele expert să fie introduse şi utilizate în sistemele informatice contabile.

Contabilitatea financiară are în vedere situaţiile financiare şi rapoartele contabile cu scop general (de sinteză). Această ramură a contabilităţii are legături puternice cu declaraţiile contabile şi situaţiile emise către mediul exterior. În acest caz, managementul este primul interesat ca întreprinderea să elaboreze aceste declaraţii şi rapoarte în conformitate cu cerinţele legii.

Specialiştii contabili sunt antrenaţi într-un număr important de activităţi specifice sistemelor expert, care au constituit o sursă şi pentru sistemele expert din alte domenii: interpretarea, diagnosticul, monitorizarea, programarea, planificarea şi proiectarea. Aceste activităţi diferă în funcţie de domeniul funcţional al contabilităţii. De exemplu, activitatea principală a auditorului constă în diagnosticarea şi efectuarea corecţiilor necesare în sistemul contabil sau informatic. Auditorii interni execută un număr important de activităţi de monitorizare (control/supraveghere).

Firmele de contabilitate sunt astfel obligate să programeze controale de audit şi personalul corespunzător pentru perioadele cele mai adecvate.

Personalul contabil angajat în impozitare are în faţă legislaţia statului despre impozite şi activitatea clienţilor pentru care vor elabora cel mai bun plan de impozit. Cei din contabilitatea managerială proiectează planuri şi sisteme de control.

Toate aceste idei sugerează cu putere aplicaţiile specifice ale sistemelor expert în contabilitate. Şi în contabilitate, ca în toate domeniile gestiunii, activităţile se pot descompune din punct de vedere funcţional în subactivităţi, iar cunoaşterea acestora poate

Scanned with OKEN Scanner

fi exprimată sub formă de reguli şi raţionamente euristice. Se ştie deja că în această direcţie expertiza este rară şi scumpă.

Fie chiar şi numai aceste caracteristici şi putem concluziona că sistemele expert sunt fezabile în domeniul contabilităţii.

Personalul contabil este pus însă în faţa unor probleme complexe: a) probleme de audit, multe dintre ele nondeterministe, în sensul că sunt de nerezolvat prin metode de optimizare; b) există un mare număr de reguli de respectat în conformitate cu legislaţia şi standardele contabile în vigoare, care fac problemele contabile foarte dificile; c) în contabilitatea managerială sunt şi mai multe probleme de tip proiectare, rău structurate, care presupun planificare şi control.

Pentru toate problemele complexe, există metode euristice adecvate. Mai mult, când tehnologia informaţională se schimbă, contabilii sunt puşi în faţa unor noi instrumente cu care efectuează aceste schimbări. Această complexitate a problemelor contabile şi existenţa setului de răspunsuri la probleme dau contur fezabilităţii sistemelor expert contabile.

2.7. SISTEME EXPERT DE GESTIUNE. EXEMPLE ŞI PROBLEME SOLUŢIONATE

În română, termenul de "sistem expert de gestiune" derivă din termenul englezesc "Expert Systems for Management" fiind tradus din limba franceză, în care cuvântul "gestion" este echivalentul cuvântului management.

Pentru a lămuri lucrurile de la început, considerăm oportun să subliniem afirmaţia lui Robert W. Blanning de la Universitatea Vanderbild din SUA[23]: "Sistemele expert pentru management nu sunt sisteme de sine stătătoare, independente, ci se integrează pe o cale neformală cu alte tipuri de sisteme informatice. Ele sunt egal productive şi de dorit în toate domeniile funcţionale ale întreprinderii ca: finanţele, contabilitatea, marketingul, producţia etc. Mai mult, diferitele componente ale întreprinderii vor fi influenţate de către sistemele expert pentru management pe diferite căi".

În privinţa acestor sisteme considerăm că trebuie subliniate cele trei criterii de clasificare avute în vedere de către autorul menţionat mai sus:

- criteriul tehnologic (structura bazei de cunoştinţe, funcţiile motorului de inferenţe, caracteristicile interfeţei utilizator etc.);
- nivelul organizatoric la care sistemul este implementat (strategic, tactic, operaţional);
- aria funcţională a întreprinderii în care sistemul este introdus (producţie, financiar, contabilitate, personal...).

Sistemele expert de gestiune se mai pot clasifica şi după tipul problemei de decizie pentru care oferă sprijin (alocare resurse, diagnostic, programare, control etc.).

Rezultă cu deosebită claritate, până aici, că sistemele expert de gestiune sunt cele care prezintă cea mai mare importanţă pentru managementul întreprinderii, deoarece sunt

[23] Silverman, B-G., *Expert Systems for Business*, Addison-Wesley, 1987, p. 24.

Scanned with OKEN Scanner

realizate în toate domeniile funcţionale ale acesteia, în care managementul este direct interesat.

De altfel, dacă trecem în revistă aplicaţiile menţionate în paragraful precedent, ne lămurim de ce efortul cercetătorilor s-a îndreptat cu prioritate spre acest domeniu, cel mai fertil şi mai profitabil pentru o economie modernă.

Dintre sistemele expert de gestiune unele se află în stadii de prototip, fiind încă experimentate pentru mai buna punere la punct, altele se află deja în stadiul de comercializare, iar multe dintre ele fac obiectul proiectării în laboratoarele de specialitate.

Pentru exemplu, considerăm o funcţie a managementului, alocarea resurselor (bugete, echipamente, personal...) pentru care s-a dezvoltat primul sistem expert de gestiune numit *Portfolio Management System*.

Acest sistem de gestiune a portofoliilor emulează comportamentul lucrătorului bancar din compartimentul "credite", care gestionează portofoliile clienţilor unei bănci comerciale. Sistemul primeşte la "intrare" situaţia contului, preferinţele clienţilor şi alte informaţii relevante despre client şi/credit generând la "ieşire" o recomandare de investiţii de portofolii rentabile. Sistemul are în arhitectura sa o bază de date, o bază de cunoştinţe, un motor de inferenţe şi o interfaţă utilizator.

Baza de date conţine două fişiere, unul pentru lista industriilor disponibile pentru investiţii şi întreprinderile acceptabile, iar celălalt cu informaţii despre performanţa economică şi financiară a fiecărei ramuri industriale şi întreprinderi în parte.

Baza de cunoştinţe conţine reguli aplicate în vederea selectării portofoliilor, care satisfac cel mai bine preferinţele clienţilor băncii. În reguli se utilizează caracteristici ale întreprinderilor (vânzări, căştiguri, cash-flow pe acţiune, marjă profit...), nivelurile dobânzilor, precum şi alte date despre ramurile industriale şi economie în general.

Motorul de inferenţe prelucrează regulile, aplicându-le asupra unei liste a tuturor titlurilor disponibile şi elimină succesiv pe cele care nu sunt potrivite cerinţelor clientului, până când se obţine un portofoliu corespunzător.

Interfaţa utilizator primeşte "intrările" care descriu preferinţele clientului şi situaţia sa, iar în final imprimă portofoliul recomandat.

Pentru întregirea imaginii despre acest sistem, menţionam că la construirea sa au fost soluţionate două probleme: a) achiziţia cunoaşterii şi construirea bazei de cunoştinţe, cu reguli despre analiza situaţiei clientului şi selectarea titlurilor de valoare; b) validarea sistemului.

Achiziţia cunoaşterii s-a realizat prin solicitarea de "protocoale" de la cel mai bun specialist din bancă în probleme de credite. Protocolul este o situaţie scrisă a răspunsurilor şi explicaţiilor specialistului despre modul în care îşi desfăşoară activitatea. Specialistului i s-au solicitat două lucrări: a) să pregătească portofolii pentru clienţi reali; b) să raporteze managementului fondul de titluri pe care-l recomandă.

Expertul în credite a trebuit să comenteze modul de pregătire a portofoliului şi cum a raţionat în fiecare caz în parte. Cognoticianul a utilizat apoi aceste protocoale pentru elaborarea regulilor necesare bazei de cunoştinţe. Validarea sistemului s-a realizat tot cu ajutorul expertului întrucât i s-a cerut simultan cu sistemul expert să pregătească portofolii pentru clienţi noi. După ce s-a constatat că rezultatele sunt identice, sistemul expert a fost confruntat cu alţi experţi.

Scanned with OKEN Scanner

Sistemul oferă explicaţii la întrebarea WHY? (de ce?), adresată cu privire la soluţia recomandată, prezentând raţionamentele utilizate.

Sistemul expert lucrează şi cu informaţie incertă, iar utilizatorii pot aprecia gradul de certitudine a recomandărilor făcute de către sistem.

Managerii doresc să fie anticipată apariţia unor probleme pentru ca să poată lua decizia de corectare a efectului acestora înaintea producerii unor eventuale daune. Exemple sunt costurile excedentare ca urmare a întârzierii unor programe de fabricaţie, declinul vânzării din cauza reducerii publicităţii sau alte cauze. În acest scop, ei primesc rapoarte de control periodic şi fac un diagnostic al acestor probleme. Astfel, managerii se comportă ca oricare alţi profesionişti în domeniul lor de specialitate (geologi, medici, psihologi...) pentru care s-au dezvoltat sisteme expert.

Iată încă un exemplu, pentru domeniul nostru de interes: sistemul AUDITOR, care realizează un diagnostic al debitorilor întreprinderii şi raportează dacă un debitor, client se află în situaţia de a fi creditat în continuare sau nu.

Dialogul se desfăşoară printr-o secvenţă de întrebări în care fiecare răspuns este însoţit de un număr pentru gradul de certitudine. Rezultatul diagnosticului este o judecată despre solvabilitatea clientului pe baza estimării certitudinii.

Regulile din baza de cunoştinţe sunt obţinute tot cu metoda protocoalelor de la experţii auditori ai unei firme de contabilitate.

Exemplele de sisteme expert de gestiune sunt numeroase, iar revistele de specialitate, cataloagele şi tratatele dedicate acestui domeniu le prezintă pe larg. Noi nu ne-am propus o tratare exhaustivă a acestora. De exemplu, în Franţa sunt comercializate sistemele FINEXPRO (pentru analiză financiară) şi VENTUREXPERT (pentru evaluarea întreprinderii).

Este foarte important, în acest stadiu al expunerii, încă o remarcă. Sistemele expert de gestiune pot fi, ca şi alte tipuri de sisteme informatice, sisteme independente sau separate (stand-alone) şi sisteme integrate cu alte sisteme. Pe lângă ele cognoticianul/proiectantul are la dispoziţie alte două tipuri de produse software disponibile pentru management:

- software pentru memorarea şi analiza datelor (de exemplu, pachetele-program statistice);
- software pentru modele de decizie, cum sunt cele pentru programare liniară, simulare Monte-Carlo, modele deterministice...

Cognoticianul poate suplimenta, dar nu şi înlocui aceste produse program, pentru a obţine sisteme inteligente care conţin expertiza în domeniu.

În conformitate cu cele trei tipuri de informaţie – date, modele de decizie şi expertiza, care se pot memora, prelucra şi integra (vezi tabelul 2.6.) se poate judeca din exterior şi tipul în care se încadrează sistemul expert.

Scanned with OKEN Scanner

Tabelul nr. 2.6. *Tipuri de informaţie şi software adecvate*

TIP INFORMAŢIE	BAZA INFORMAŢIONALĂ	SOFTWARE
Date memorate	Baze de date Tabele de calcul	SGBD Program de calcul tabelar
Modele de decizie	Baza de modele	SGBM (Sistem de Gestiune a Bazei de Modele)
Expertiza	Baza de cunoştinţe	Motorul de inferenţe

În fiecare caz, scopul software-lui este de a oferi utilizatorului toate posibilităţile logice şi fizice pentru organizarea şi prelucrarea informaţiei, în vederea regăsirii datelor, execuţiei modelelor şi aplicarea expertizei.

Un important punct în dezvoltarea sistemelor expert de gestiune este ce tip de interfaţă de dialog, dacă există, trebuie pusă între aceste trei tipuri de sisteme. Posibilităţile sunt următoarele:

- folosirea unui sistem expert de gestiune la integrarea sistemelor atunci când informaţia din cele trei surse poate fi combinată ca răspuns la o singură cerere utilizator;
- utilizarea unei relaţii sistem expert-SGBD, respectiv sistem expert-program de calcul tabelar sau sistem expert-SGBM când se pot face şi sunt oportune asemenea integrări.

La toate acestea trebuie adăugat că şi sistemele de sprijinire a deciziei oferă interfeţe utilizator flexibile şi convenabile pentru memorarea datelor şi modelelor decizionale.

Trebuie reţinut, ca o concluzie, că cercetarile în direcţia dialogului management-tehnologia inteligenţei artificiale, deşi mai recente, au deschis orizonturi noi pentru gestiunea datelor, gestiunea modelelor şi programarea euristică în sprijinul deciziei.

Sistemele expert de gestiune sunt mai productive fără să fie rupte de prelucrarea automată a datelor, ele implică tehnologia sistemelor expert în luarea deciziei, afirmându-se ca o evoluţie pe baza altei paradigme, aceea a sistemelor de sprijinire a deciziilor.

2.8. AVANTAJELE ŞI LIMITELE SISTEMELOR EXPERT

O simplă privire asupra domeniilor aplicative ne-a relevat că sistemele expert cu specific de gestiune sunt un instrument al managementului executiv în controlul operaţiilor şi organizării, având ca impact majorarea profitului obţinut nu atât prin reducerea cheltuielilor, cât prin elaborarea celor mai eficiente decizii.

Sistemele expert permit folosirea descentralizată a tezaurului de cunoaştere acumulat în organizaţii şi servesc drept instrument de planificare a consistenţei obiectivelor şi operaţiilor, semnalează interdependenţele tuturor activităţilor care afectează deciziile critice, determină impactul deciziilor şi acţiunilor proiectate, încurajează învăţarea, oferă explicaţii pentru operaţiile declanşate, învaţă ele însele din experienţa experţilor şi îşi actualizează în felul acesta tezaurul de cunoaştere şi experienţă.

Scanned with OKEN Scanner

Sistemele expert produc semnale pentru controlul eficient al operaţiilor şi proceselor, sesizează nevoia de reorganizare în scopul reducerii complexităţii şi incertitudinii, reduc necesitatea şedinţelor şi oferă lecţii participanţilor la consiliile de administraţie, scurtându-le timpul cheltuit cu informarea despre activităţile desfăşurate.

Avantajele sistemelor expert sunt numeroase şi variază în funcţie de tipul fiecăruia, precum şi de domeniile în care se utilizează (figura nr. 2.15).

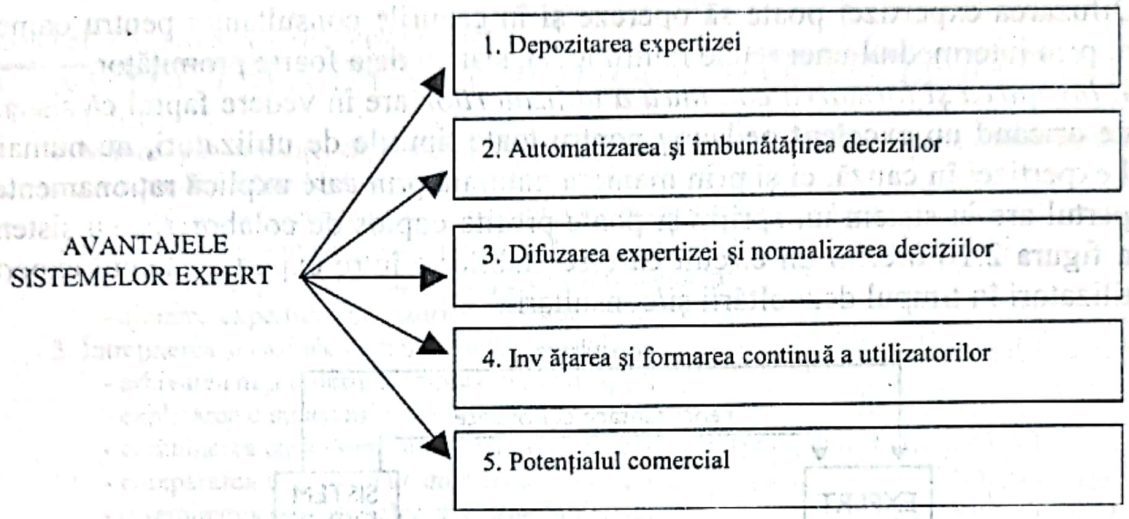


Fig. nr.2.15. *Avantajele sistemelor expert*

1. *Depozitarea expertizei*, a cunoştinţelor experţilor este posibilă prin acumularea structurată a cunoaşterii în componenta numită bază de cunoştinţe. Această cunoaştere cu potenţial de acţiune este capabilă să înlocuiască expertul uman într-o activitate programată, lucru foarte important dacă ne imaginăm că sistemul expert nu oboseşte, nu se îmbolnăveşte, nu lipseşte de la serviciu, poate funcţiona duminicile şi sărbătorile, nu şomează şi rămâne indiferent la preavizele de grevă. Totuşi, fără reîmprospătarea sa periodică, cunoaşterea sistemului expert riscă să fie o relicvă.

2. *Automatizarea şi îmbunătăţirea deciziilor*

Este ştiut că automatizarea prelucrărilor specifice tuturor activităţilor este vocaţia naturală a informaticii în general. Atunci când aceste prelucrări urmăresc obţinerea de informaţii, sfaturi şi/recomandări sau avize, urmărindu-se chiar o îmbunătăţire a deciziilor, sistemele expert constituie soluţia cea mai eficace. Există aprecieri conform cărora 80% din munca unui expert uman se poate automatiza. Este vorba de operaţiile simple, repetitive, procedurale în care sistemul expert se comportă ca un calculator oarecare, dar şi de operaţiile mai complexe, mari consumatoare de timp şi energie, specifice raţionamentelor deductive, inductive sau mixte, pe care sistemele expert le realizează uşor, rapid şi eficace. De exemplu, sistemul BEST (Banking Expert System Tool) implică o anumită expertiză care se realizează automat, câştigându-se timp în cazurile cele mai dificile de acordare a creditelor.

3. *Difuzarea expertizei şi normalizarea deciziilor*

Dacă anumite sisteme expert sunt destinate utilizării de către experţii înşişi, alte sisteme sunt menite difuzării cunoştinţelor şi descentralizării răspunderii. Acestea permit folosirea unui personal mai puţin calificat pentru efectuarea unor sarcini la nivelul

performanţei expertului. Este astfel permis întreprinderii să funcţioneze eficient chiar cu un personal mai puţin calificat, tocmai datorită partajării cunoaşterii.

De exemplu, sistemul expert instalat într-o centrală bancară îşi poate difuza expertiza pentru soluţionarea unor probleme care intervin la ghişeele de lucru cu publicul, unde în general personalul este mai puţin calificat. Se urmăreşte o răspândire omogenă a raţionamentelor sistemului expert, fapt care-l face să reziste la preferinţe sau aversiune faţă de clienţi.

Difuzarea expertizei poate să opereze şi în cazurile consultanţei pentru oamenii de afaceri, prin intermediul unei reţele multimedia, sistem deja foarte promiţător.

4. *Învăţarea şi formarea continuă a utilizatorilor* are în vedere faptul că sistemul expert este oricând un excelent pedagog pentru toate tipurile de utilizatori, nu numai în domeniul expertizei în cauză, ci şi prin maniera naturală prin care explică raţionamentele. Chiar expertul are în sistem un sprijin şi poate profita copios de colaborarea cu sistemul expert. În figura 2.16 oferim un circuit care se stabileşte între expert, sistemul expert şi ceilalţi utilizatori în timpul dezvoltării şi/consultării.

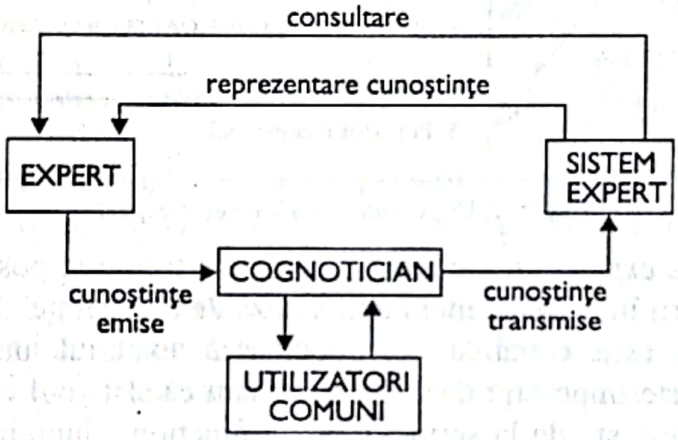


Fig. nr.2.16. *Circuitul stabilit între sistemul expert şi utilizatori*

5. *Potenţialul comercial* al sistemelor expert de gestiune este în prezent deosebit. S-a format deja o piaţă a sistemelor expert, în permanentă dezvoltare, alături de piaţa generatoarelor de sisteme expert.

Din aceste motive, marile întreprinderi au adoptat propriile politici de dezvoltare a sistemelor expert şi au rezervat bugete importante.

Sistemele expert au şi multe avantaje indirecte, necuantificabile. În toate cazurile, obţinerea de beneficii este singura restricţie critică pentru introducerea sistemelor expert.

Sistemele expert constituie o tehnologie ca oricare alta şi este de înţeles interesul agenţilor economici pentru obţinerea unor avantaje comerciale şi progres în competiţie cu ajutorul acestora.

Comercializarea sistemelor expert este o problemă clasică de marketing şi vânzări pentru care prezintă interes necesitatea acestora, beneficiul la utilizator, precum şi preţul de vânzare. Alături de toate acestea contează faptul că oferă flexibilitate în exploatare, şanse de supravieţuire întreprinderilor beneficiare şi alte avantaje.

Tehnologia sistemelor expert ajută întreprinderile să domine schimbările pieţei şi să ocupe o poziţie dominantă în preajma mileniului următor. Am văzut mai înainte că,

Scanned with OKEN Scanner

spre deosebire de experţii umani, sistemele expert se pot utiliza permanent în sensul că sunt accesibile zi şi noapte, chiar duminicile şi celelalte sărbători.

Un avantaj deosebit îl constituie costul lor relativ mic, care se amortizează rapid dacă frecvenţa utilizării sistemelor expert creşte. Dar atenţie, sistemele expert nu sunt un panaceu, ele sunt profitabile numai în situaţia când reprezintă într-adevăr cea mai bună soluţie a problemei din domeniul de competenţă. Pentru întreprindere, avantajele posibile ale sistemelor expert le considerăm cel mai bine sistematizate în tabelul nr. 2.7.

Tabelul nr. 2.7. *Avantajele sistemelor expert*

A. AVANTAJE INTRINSECI SISTEMELOR CARE EMULEAZĂ COMPORTAMENTUL EXPERTULUI

1. Mărirea performanţei experţilor, prin micşorarea numărului erorilor umane determinată de:
   - completitudine (descoperirea tuturor faptelor relevante);
   - consistenţă (cazurile identice dau întotdeauna acelaşi rezultat);
2. Capacităţi crescute pentru neexperţi şi creşterea productivităţii experţilor prin:
   - scăderea dependenţei faţă de expertiza sărăcăcioasă;
   - ajutarea expertului în cazurile relativ simple;
3. Întreţinerea şi extinderea bazei de cunoştinţe prin:
   - arhivarea deprinderilor critice din organizaţii;
   - explicarea cunoaşterii existente;
   - combinarea cunoaşterii din mai multe surse interne ale organizaţiei;
   - cumpărarea expertizei unanim recunoscute;
   - diseminarea cunoştinţelor rare prin duplicare;

B. AVANTAJE DETERMINATE DE NOUA TEHNOLOGIE

- întreţinere uşoară;
- dezvoltare uşoară;
- portabilitate;
- documentare uşoară

(**Sursa:** Georgios, I.D., Paul, R.J. Artificial Intelligence in Operational Resarch, Macmillan, 1992, p. 33)

Adesea, tratatele despre sistemele expert pun în discuţie detalii referitoare la beneficiile posibile prin introducerea acestei tehnologii. Este recunoscută această tehnologie pentru soluţiile practice oferite unui larg spectru de probleme, pentru care alte soluţii eficace nu există.

În cazul întreprinderilor, beneficiile posibile sunt:

1. **Efecte de raţionalizare**:

- economii la costul personalului;
- utilizare mai bună a capacităţilor de producţie;
- economii din producţie;
- economii din documentare automată;

2. **Efecte din îmbunătăţirea calităţii**:

- exploatarea efectelor din raţionalizările multiple;
- controlul soluţiilor propuse de personal şi/programe;
- calificarea înaltă şi instruirea rapidă a personalului;
- proiectarea rapidă şi mai bună a ofertelor pentru obţinerea de comenzi;
- echiparea produselor scumpe cu inteligenţă proprie pentru acelaşi nivel de diagnostic;

Scanned with OKEN Scanner

- automatizarea activităţilor din mediul întreprinderii pentru legături de fabricaţie mai reuşite;

3. **Efecte organizaţionale pozitive:**

- multiplicarea expertizei;
- conservarea expertizei;
- descentralizarea luării deciziilor;
- favorizarea schimbului şi evoluţiei expertizei;
- distribuirea dinamică a deciziilor.

Faţă de aceste beneficii riscurile includ eventualitatea ca beneficiile dorite să nu fie obţinute chiar cu cheltuieli de dezvoltare şi investiţii importante, ci cu o dependenţă de funcţionarea slabă a sistemelor expert. Pot exista situaţii când, chiar dacă sistemele expert lucrează bine, condiţiile generale de funcţionare a întreprinderii să fie rele. Un risc specific este secretul insuficient al expertizei, al datelor problemei, care trebuie formulate cu grijă deoarece niciodată nu este posibilă protecţia perfectă a datelor şi cunoaşterii, tocmai datorită intereselor şi atractivităţii manifestate de competitori.

Metodologiile disponibile pentru dezvoltarea sistemelor expert nu sunt încă suficient de puternice chiar şi pentru aplicaţiile deja menţionate, de aceea sunt încă probleme şi limite în dezvoltarea unor sisteme expert comerciale, astfel:

- cunoaşterea (expertiza) nu este întotodeauna uşor disponibilă. Sunt încă dificultăţi cu obţinerea expertizei de la experţi. Abordarea fiecărui expert, în fiecare dintre situaţii, este foarte diferită. Foarte dificil este şi când expertul avizat de această tehnologie este presat de timp în anumite evaluări. Procesul de achiziţie a cunoaşterii este încă limitat;
- utilizatorii sistemelor expert au cunoştinţe limitate în această tehnologie;
- sistemele expert lucrează cel mai bine într-un domeniu perfect delimitat;
- mulţi experţi nu dispun de mijloace independente pentru controlul situaţiilor când concluziile lor nu sunt rezonabile;
- vocabularul utilizat de experţi este strict delimitat şi adesea dificil de înţeles de cognoticieni;
- lipsa încrederii utilizatorilor finali este uneori o barieră în plus în calea folosirii sistemelor expert;
- transferul expertizei este încă un subiect delicat, datorită bazei legale şi percepţiei multor persoane;
- sistemele expert nu ajung niciodată la concluzii acceptabile în primele stadii de dezvoltare.

Se speră că aceste limite vor dispărea o dată cu îmbunătăţirea tehnologiei inteligenţei artificiale.

2.9. TIPOLOGIA SISTEMELOR EXPERT

Sistemele expert se prezintă într-o mare diversitate de tipuri. Nici o clasificare exhaustivă nu poate fi făcută deocamdată. În literatură se prezintă multe criterii de clasificare: raportul faţă de celelalte sisteme bazate pe cunoştinţe; natura problemelor pe care le soluţionează sau domeniul aplicativ; caracteristicile cunoaşterii memorate sau

Scanned with OKEN Scanner

metode de reprezentare a cunoaşterii; strategiile de control şi metodele de inferenţă. Există şi criterii organizaţionale sau de profunzime a cunoaşterii memorate.

În raport cu sistemele bazate pe cunoştinţe, sistemele expert au un comportament mai complex, o bază de cunoştinţe mai specializată şi emulează cei mai buni experţi umani. Sistemele bazate pe cunoştinţe de genul tezaurelor de cunoaştere, consultanţă pentru sprijinirea unor lucrări sau sistemele operaţionale care sunt deja comercializate pot efectua eficient lucrări a căror execuţie nu necesită neapărat un expert. De exemplu, un sistem pentru consultanţă privind voiajul în străinătate are toată cunoaşterea achiziţionată din cărţi, hărţi şi alte surse pentru a pune la dispoziţia publicului din agenţiile de turism toate informaţiile necesare.

Din acest punct de vedere, distincţia dintre sistemele expert şi sistemele bazate pe cunoştinţe nu este perfect delimitată. Multe sisteme implică atât cunoaştere achiziţionată din documente dar şi expertiză, şi este important cât de multă expertiză este inclusă în ele. Sistemele bazate pe cunoştinţe pot fi însă construite mai rapid şi mai ieftin.

După natura cunoaşterii reprezentate există:

- sisteme expert bazate pe reguli, cele mai numeroase, deoarece tehnologia lor este cel mai bine pusă la punct;
- sisteme expert bazate pe cadre, care au cunoaşterea reprezentată sub forma unor cadre (obiecte structurate) şi folosesc reprezentări specifice tehnologiei OOP (Object Oriented Programming);
- sisteme hibride, care includ câteva metode de reprezentare a cunoaşterii, cel puţin reguli şi cadre. Sistemele multiexpert folosesc întotdeauna mai multe metode de reprezentare;
- sisteme bazate pe modele, care sunt structurate în jurul unui model pentru simularea structurii şi funcţionării unui sistem aflat în studiu. Modelul este util pentru calculul unor valori care se compară între ele, iar în urma acestor comparaţii se declaşează o acţiune sau un diagnostic.

După natura problemelor soluţionate există:

- sisteme expert cu colectarea faptelor doveditoare (evidenţelor), foarte importante în expertizele de orice tip: contabilă, tehnică, medicală etc.;
- sisteme expert cu rafinare în paşi succesivi, care au un mare număr de ieşiri obţinute prin detalierea succesivă pe niveluri a problemei din domeniu;
- sisteme expert cu asamblare în paşi succesivi, la care ieşirile într-un număr foarte mare au legătură cu o paletă largă de rezultate posibile. De exemplu, un sistem de tip catalog pe baza căruia se pot face numeroase selecţii;
- sisteme expert "la cheie", dezvoltate pentru nevoile unui utilizator particular. Ele pot fi cumpărate ca orice produs-program, sunt mai ieftine, uşor de exploatat şi au o natură foarte generală;
- sisteme expert în timp real, în care timpul de răspuns are o limită strictă, suficientă pentru controlul proceselor.

După clasa de utilizare, unii autori arată că există sisteme expert de clasă I, de clasă II şi de clasă III.

Sistemele expert de clasă I sunt deja comercializate şi au fost acceptate de comunitatea utilizatorilor. Domeniile lor de aplicaţii sunt foarte diverse şi interacţionează numai cu utilizatorii cărora le oferă soluţii concrete. Pentru acestea, experţii sunt

Scanned with OKEN Scanner

disponibili. Asemenea sisteme îşi explică operaţiile şi acceptă un minimum de imprecizie urmărind întotdeauna ieşiri corecte. Cele mai cunoscute sunt Meta-DENDRAL, R1/XCON şi MacSyma.

Sistemele expert de clasă II sunt cele care au performanţe de expert, dar nu şi-au câştigat încă, în întregime, renumele în rândul utilizatorilor. Acestea includ sistemele pentru consultanţă sau diagnostic, care nu-şi explică suficient de bine comportamentul, nu dispun de expertiză suficientă ori diagnosticul pe care-l oferă nu este încă acceptabil. Cele mai multe sisteme de acest gen sunt în domeniul consultanţei şi mai ales în medicina internă: Internist, Caduceus, CASNET, PUFF/Centaur şi MYCIN.

Principalul motiv al neacceptării acestor sisteme este nesiguranţa soluţiei oferite. În ele imprecizia şi incertitudinea joacă un rol important. Se speră în viitor acceptarea lor pentru domenii de cuprindere mai mică şi foarte bine delimitate. Alte motive ale neacceptării sunt: familiarizarea dificilă a utilizatorului, nesiguranţa dată de incertitudine şi achiziţia dificilă a cunoaşterii.

Sistemele expert de clasă III sunt sistemele care nu şi-au câştigat încă o popularitate acceptabilă tocmai pentru că n-au ajuns la o performanţă de expert, fie din cauza domeniului aplicativ prea ambiţios, fie din cauza multor greşeli obţinute în activitatea lor. Exemple sunt: HEARSAY I şi HEARSAY II din domeniul înţelegerii vorbirii şi AM din domeniul cercetării matematice.

Deoarece operează cu foarte înalte cunoştinţe din tehnologia sistemelor expert, ele folosesc surse de cunoaştere multiple şi adresează un domeniu aplicativ foarte larg, controlul în aceste sisteme nu este bine pus la punct, iar incertitudinea nu este manipulată într-o manieră optimă şi uniformă, deşi joacă un rol major. Aceste sisteme vor oferi forţa inovatoare a sistemelor expert.

Se observă din această clasificare câteva concluzii importante: a) sistemele din clasele II şi III operează într-o măsură mai mare cu incertitudinea decât sistemele de clasă I, în prezent comercializate; b) la sistemele din clasă III experţii sunt dificili de identificat, iar interacţiunea cu utilizatorul este mai densă decât la cele din clasele I şi II; c) utilitatea sistemului şi robusteţea se datorează mai ales capacităţii de manipulare a cunoaşterii imprecise şi de explicare a liniilor de raţionament utilizate.

În prezent, atenţia cercetătorilor este îndreptată către sistemele din clasele II şi III tocmai pentru a le pregăti mai bine în vederea comercializării. În felul acesta s-a ajuns la încă un criteriu de clasificare şi anume tratamentul incertitudinii şi impreciziei. În funcţie de acest criteriu există sisteme expert clasice şi sisteme expert fuzzy (vagi). S-au avut în vedere posibilităţile oferite de teoria sistemelor fuzzy împreună cu teoriile posibilităţii şi necesităţii atât în procesele de reprezentare a cunoaşterii, cât şi în procesele de raţionament. Există în acest sens sisteme cum sunt: FLOPS, Z-II, MILORD, FESS etc.

Unii autori preferă o distincţie în funcţie de criteriul organizaţional al sistemelor expert obţinând două grupe[24]:

- sisteme expert interne şi externe;
- sisteme consultante, sisteme expert şi sisteme expert de transfer al expertizei.

---

[24] Ernst, C., *Introduction aux systèmes experts de gestion*, 3è Edition, Eyrolles, Paris, 1988;
Ernst, C., *Management Expert Systems*, Addinson-Wesley, Wokingham, 1988;
Ernst, C., *Les systèmes experts en gestion: banques, finance, marketing*, Eyrolles, Paris, 1988;

Scanned with OKEN Scanner

Prima grupă urmăreşte o distincţie între sistemele dezvoltate în interiorul întreprinderii şi cele procurate din exterior. Se urmăreşte concomitent rolul acestor sisteme în interiorul întreprinderii.

Sistemele expert interne sunt concepute şi întreţinute de un grup de persoane specializate din întreprindere sau de un grup exterior pe baza expertizei obţinute de la experţii întreprinderii. De exemplu, R1, XCON, ISA... Toate se dezvoltă pe modelul întreprinderii şi se utilizează la expertize în interiorul său. Cel mai bun exemplu pe care-l putem da este reţeaua de sisteme expert de la compania DEC, prezentată în figura nr. 2.17.

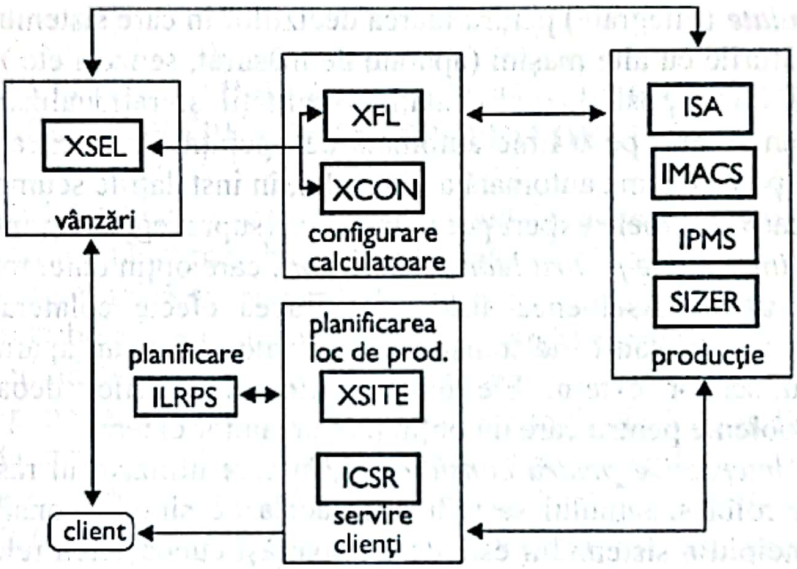


Fig. nr.2.17. *Reţeaua sistemelor expert la o companie de calculatoare*

Sistemele expert externe sunt cele destinate utilizării de către publicul larg întrucât domeniul problemei este de interes general pentru un număr mare de utilizatori, baza de cunoştinţe este relativ stabilă, iar expertiza folosită pentru soluţionarea problemei a fost oferită de un expert recunoscut.

Cea de-a doua grupă are în vedere efortul depus de către cognotician/proiectant pentru creşterea performanţelor în dotarea cu o expertiză de înalt nivel care nu există în întreprindere.

Sistemele de consultanţă (care acordă sfaturi) se numesc în engleză Advisory Systems şi nu au toate caracteristicile sistemelor expert. Au însă o capacitate de integrare şi utilizează experienţa astfel încât rezultatele consultării se memorează în vederea exploatării lor ulterioare prin mecanismul de deducţie, au totodată şi o capacitate de percepţie a obiectivelor utilizatorului şi de adaptare la noi utilizatori şi situaţii.

Sistemele expert se utilizează, potrivit autorului menţionat, pentru sarcini efectuate în mod normal de către experţi umani şi permit creşterea nivelului expertizei, favorizând formarea altor experţi. De exemplu, XCON, XSEL etc.

Sistemele de transfer al expertizei se utilizează pentru completarea cunoaşterii experţilor în domeniu în vederea lucrului cu mai multă fineţe şi vigoare. Se colectează cunoştinţe (euristici) de la angajaţii cei mai competenţi din întreprindere care se vor

utiliza în pregătirea celor începători tocmai pentru creşterea productivităţii, competenţei şi eficienţei lor. De exemplu, TAXADVISOR, Office Intelligence System ş.a.

Există şi sisteme birotice inteligente capabile să ofere sfaturi despre procedurile de urmat în organizarea fluxului informaţional.

O altă clasificare este aceea care împarte sistemele expert în:

- sisteme care se comportă ca o interfaţă inteligentă;
- sisteme care servesc pentru transmiterea de informaţii, în calitate de instructor;
- sisteme pentru asistare la realizarea unor sarcini, lucrări sau de sprijinire a deciziei.

Şcoala germană[25] clasifică sistemele expert de gestiune având în vedere funcţia lor şi anume:

a) *Sisteme încapsulate* (integrate) pentru luarea deciziilor în care sistemul obţine datele de intrare via legăturile cu alte maşini (aparate de măsurat, senzori etc.) baze de date sau alte programe, fiind posibilă îmbunătăţirea calităţii şi raţionalizări mai ales unde elementul uman se află pe o linie automată de operaţii. Asemenea sisteme oferă un mare potenţial pentru uzina automată a viitorului, în instalaţiile scumpe pentru produse complexe, în care sistemele expert pot monitoriza (supraveghea) şi interpreta stări.

b) *Sisteme expert interactive pentru luarea deciziilor*, care obţin date, total sau parţial, de la utilizatorul uman. Asemenea sisteme pot avea efecte colaterale când intră în competiţie cu experţii sau când transformă utilizatorul într-un aparat de măsurat sau într-un simplu senzor extern. Ele pot fi utile utilizatorilor deoarece îi ajută să soluţioneze probleme pentru care nu obţin nici un ajutor extern.

c) *Sisteme expert interactive pentru consultanţă*, în care utilizatorul răspunde de soluţia problemei, iar rolul sistemului se reduce la acela de simplu consilier. În acest caz funcţia de principiu a sistemului este de a împărtăşi cunoaşterea relevantă. Sistemele de consultanţă sunt în general destinate utilizatorilor experţi care pot soluţiona singuri problemele. Ele contribuie la îmbunătăţirea calificării şi chiar la instruirea de bază şi aprofundată în domeniu. De când sistemele de consultanţă se interferează cu organizarea internă a întreprinderii şi nu provoacă dependenţe funcţionale de alte sisteme expert, ele comportă costuri şi riscuri mici şi de aceea sunt bune candidate pentru introducerea în întreprinderi. Sistuaţia devine critică dacă sistemele expert sunt mari şi complexe, motiv pentru care numai sistemele de mică dimensiune se utilizează în prezent pentru luarea deciziilor.

Sistemele expert, al căror avantaj principal este transferul de expertiză, nu trebuie privite ca rezolvitoare de probleme, ci doar ca medii de cunoaştere, aşa cum se arată în schema din figura nr. 2.18.

---

25 Puppe, F., *Sistematic Introduction to Expert Systems. Knowledge Representation and Problem-Solving*, Springer-Verlag, Berlin, 1993, p. 18-20.

Scanned with OKEN Scanner

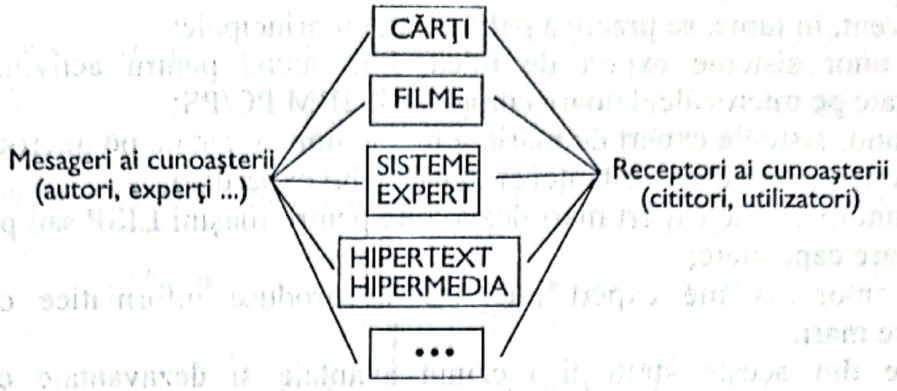


Fig. nr.2.18. *Medii de cunoaştere*

2.10. STRATEGII DE INTRODUCERE ŞI MODURI DE UTILIZARE A SISTEMELOR EXPERT ÎN ÎNTREPRINDERI

Am văzut că sistemele expert prezintă avantaje, aduc beneficii, generează o mai bună productivitate, oferă o mai bună flexibilitate şi eficacitate în afaceri. Deoarece constituie o tehnologie unică şi modernă, foarte importantă pentru agenţii economici şi alte organizaţii, nu trebuie ignorată. Ea a fost deja însuşită rapid şi aplicată în aproximativ două decenii, dovedindu-şi pe deplin profitabilitatea.

Acum se pune cu acuitate problema unei strategii clare de utilizare a sistemelor expert. Stă dovadă strategia adoptată deja de marile companii Texas Instruments, IBM, DEC, Apple Co. ş.a., unde se combină instrumente de inteligenţă artificială (AI Tools) cu instrumente CASE (Computer Aided Software Engineering) şi instrumente OOP (Object Oriented Programming) în scopul dezvoltării celor mai eficiente medii de programare simbolică: KPE (Knowledge Processing Environment) la IBM şi KN (Knowledge Navigator) la Aplle Co. ş.a. care să funcţioneze sub controlul unei noi generaţii de sisteme de operare viabilă în următorii ani.

Din aceste considerente este important să ne intereseze care pot fi problemele în legătură cu aria de utilizare a sistemelor expert în prezent şi în viitor şi de ce un agent economic trebuie să aibă o strategie clară în privinţa folosirii sistemelor expert. Se înţelege că atât managementul, cât şi specialiştii în dezvoltarea sistemelor expert pot fi interesaţi în aceste strategii.

Interesul managementului se manifestă pe linia întreţinerii aplicaţiilor informatice existente sau introducerea tehnologiei sistemelor expert, oportună pentru soluţionarea problemelor de decizie complexe, scumpe şi riscante.

Alegerea unei strategii corecte are în vedere două alternative:

a) utilizarea la dezvoltarea sistemelor expert a programatorilor convenţionali sau a unui grup specializat în inteligenţă artificială;
b) procurarea unui echipament nou, dedicat sistemelor expert sau folosirea instrumentelor cunoscute deja pentru toate tipurile de calculatoare.

La acestea se adaugă selecţia aplicaţiilor potenţiale, administrarea proiectelor, achiziţia cunoaşterii şi integrarea sistemelor expert cu produse informatice convenţionale bazate pe fişiere şi baze de date sau calcul tabelar.

Scanned with OKEN Scanner

În prezent, în lume, se practică patru strategii principale:

1. Folosirea unor sisteme expert de mică dimensiune pentru activităţi inteligente implementate pe microcalculatoare compatibile IBM PC/PS;
2. Folosirea unor sisteme expert de mărime medie implementate pe microcalculatoare şi staţii de lucru destinate consultanţei şi transferului expertizei;
3. Folosirea unor sisteme expert mari dezvoltate pentru maşini LISP sau pentru staţii de lucru de mare capacitate;
4. Utilizarea unor sisteme expert integrate în produse informatice clasice pentru calculatoare mari.

Fiecare din aceste strategii prezintă avantaje şi dezavantaje cu referire la beneficii, costuri, echipament şi personal necesare, riscul şi timpul de dezvoltare. Nu există o singură strategie demnă de explorat şi este importantă combinarea lor.

Strategia sistemelor expert mici se recomandă pentru utilizare în toate tipurile de întreprinderi, în scop de instruire sau consultanţă. Această strategie este menită să încurajeze managerii în utilizarea tehnologiei sistemelor expert, costurile şi riscurile fiind mici, avantajul principal constând în instruirea unui cât mai mare număr de utilizatori. Se obţin totodată economii de timp, se elimină deciziile incorecte şi se îmbunătăţesc viteza de lucru şi performanţele întregii activităţi.

Strategia sistemelor expert de mărime medie se recomandă atunci când în întreprindere se simte o necesitate acută pentru acordarea de consultanţă managerilor de toate tipurile şi de la toate nivelurile în probleme decizionale mai complexe care formează ponderea activităţilor. Astfel de sisteme expert pot oferi alternative pentru decizii, acorda consultanţă şi valorifică bine potenţialul personalului ocupat cu operaţii de vânzări, marketing şi producţie. Costurile şi riscurile sunt relativ modeste, iar dezvoltarea lor poate fi realizată numai cu personal specializat în ingineria cunoaşterii şi echipament dotat cu software adecvat. Ele presupun o selectare atentă a aplicaţiilor potenţiale, iar beneficiile sunt aceleaşi ca la sistemele expert mici.

Dorinţa de a utiliza sisteme expert pentru calculatoare mari, în mod interactiv, de la staţii de lucru (terminale) a derivat din nevoia menţinerii aplicaţiior convenţionale şi îmbunătăţirea flexibilităţii lor. În felul acesta se obţin sisteme expert integrate în sisteme informatice tradiţionale necesare marilor întreprinderi pentru automatizarea producţiei, configurare/proiectare şi programare.

Practica ne relevă, în ţările dezvoltate, numeroase realizări pentru informatizarea fabricaţiei cu menţinerea sistemelor informatice clasice dar cu utilizare de sisteme expert. Costurile sunt sub nivelul costurilor aplicaţiilor tradiţionale, iar beneficiile sunt multiple.

În cazul întreprinderilor cu o mare cantitate de resurse alocate cercetării şi dezvoltării, strategia sistemelor expert de mare cuprindere este oportună în aplicaţiile de simulare a deciziilor, lucru deosebit de util în schimbarea strategiei de afaceri. De exemplu, cazul companiei DEC menţionat anterior. Riscurile sunt însă importante, deoarece maşinile LISP sunt foarte scumpe, iar timpul de dezvoltare este foarte mare. Se înţelege că atât echipamentul, cât şi software-ul, precum şi personalul necesar au o înaltă specializare.

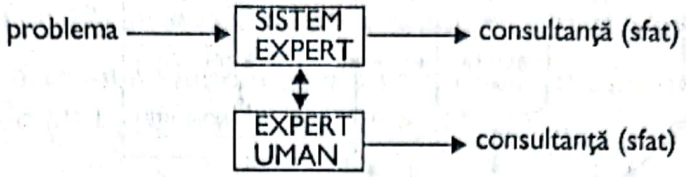
Cele mai mari şi mai complexe sisteme expert s-au dezvoltat în SUA în limbajul LISP şi sunt capabile să memoreze şi să prelucreze mari cantităţi de cunoaştere.

În funcţie de aceste strategii, principalele moduri de utilizare a sistemelor expert sunt date în figura nr. 2.19 (a, b, c, d, e, f, g, h).

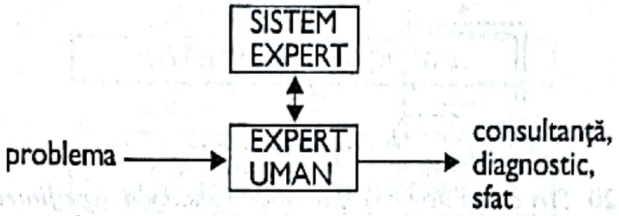
Scanned with OKEN Scanner

a) *înlocuirea completă a expertului uman*

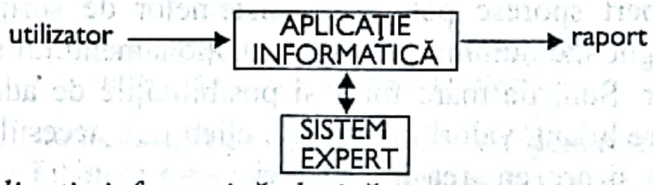
b) *înlocuirea parţială a expertului uman*



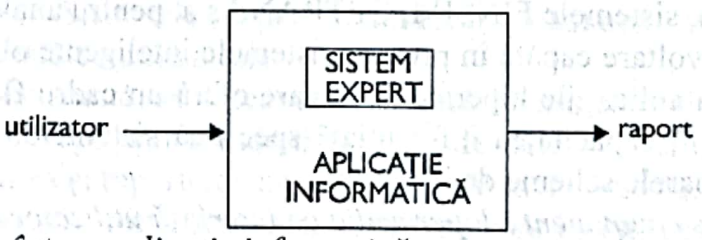
c) *asistarea expertului uman*



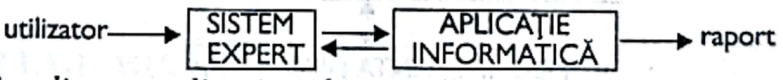
d) *asistarea unei aplicaţii informatice clasice*



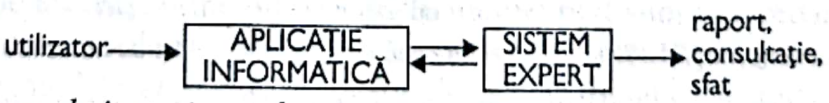
e) *integrarea într-o aplicaţie informatică clasică*



f) *interfaţă de intrare într-o aplicaţie informatică*



g) *interfaţă de ieşire dintr-o aplicaţie informatică*



h) *utilizarea în scop de instruire şi documentare*

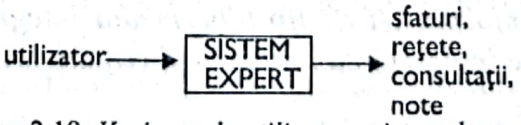


Fig. nr.2.19. *Variante de utilizare a sistemelor expert*

O clasă specială de aplicaţii informatice în care sistemele expert pot fi integrate o formează sistemele de sprijinire a deciziilor (Decision Support Systems), destinate să

Scanned with OKEN Scanner

pregătească decizia finală pe baza datelor, modelelor şi cunoaşterii disponibile despre procesele şi fenomenele din întreprindere (figura nr. 2.20).

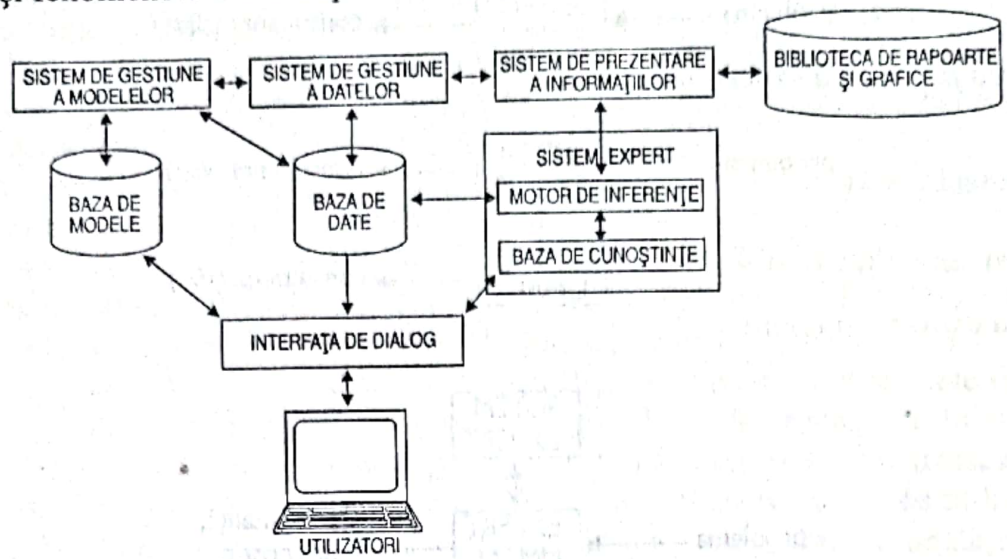


Fig. nr.2.20. *Structura de principiu a unui sistem de sprijinire a deciziei cu sistem expert integrat*

Sistemele expert sporesc potenţialul sistemelor de sprijinire a deciziilor prin capacitatea lor de diagnostic automat (simularea raţionamentului simbolic) şi puterea de explicare a operaţiilor. Sunt de mare folos şi posibilităţile de administrare a unor mari volume de date (despre bilanţ, valori imobiliare, clienţi...), accesul la modele de simulare şi optimizare, precum şi prezentarea informaţiei într-o manieră complexă sub formă de rapoarte, grafice, tablouri etc.

De exemplu, sistemele FINSIM, OPTRANS ş.a. pentru analiza financiară.

O mare dezvoltare capătă în prezent sistemele inteligente obţinute prin integrarea sistemelor expert cu aplicaţiile hipermedia[26], care oferă un cadru flexibil de reprezentare a cunoaşterii dar fără capacitatea inferenţială specifică sistemelor expert. În acest scop sunt posibile următoarele scheme de integrare:

a) *Sistem expert cu o componentă hipermedia ca interfaţă utilizator* (figura nr. 2.21)

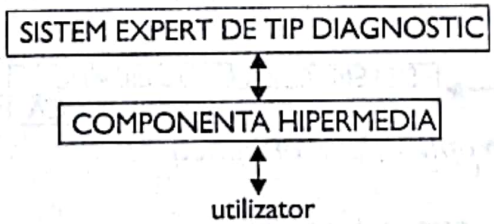


Fig. nr.2.21. *Sistem expert cu componentă hipermedia ca interfaţă*

Sistemele expert de acest tip sunt foarte utile pentru diagnosticul pieţei financiare, gestiunea titlurilor de valoare etc.

b) *Sistem de accesare a informaţiei de tip hipermedia integrat cu o componentă de tip sistem expert pe post de interfaţă cu utilizatorul* (figura nr.2.22)

---

26 *Hipermedia* constituie o tehnică de administrare a informaţiei care leagă în manieră asociativă mai multe tipuri de medii (text, grafică, sunet...) în scopul simulării abilităţii umane de a organiza şi regăsi informaţii de acest tip prin referire la legăturile dintre ele.

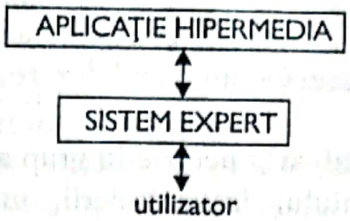


Fig. nr.2.22. *Aplicaţie hipermedia cu sistem expert ca interfaţă*

De exemplu, o versiune hipermedia a unui document on-line (colecţie de grafice pe o temă dată) sau de alt tip este selectată cu ajutorul unui sistem expert specializat în regăsire, navigare...

c) *Sistem informaţional care integrează componente de tip sistem expert şi hipermedia* (figura nr. 2.23)

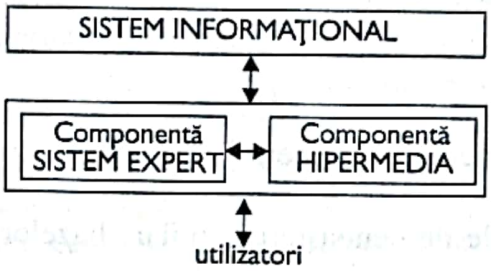


Fig. nr.2.23. *Sistem informaţional cu componente de tip sistem expert şi hipermedia integrate*

Un exemplu îl constituie legarea sistemelor de gestiune a bazelor de date cu programele de calcul tabelar, împreună, şi exploatarea lor inteligentă cu ajutorul componentelor hipermedia şi sisteme expert în scopul soluţionării unor probleme decizionale complexe. Sistemele expert optimizează căutarea, iar hipermedia oferă interfaţa grafică adecvată cu utilizatorii.

O strategie obişnuită de integrare combină hipermedia şi sistemele expert în interfeţe inteligente cu aplicaţii standard la baze de date şi calculul tabelar aşa încât introducerea, prelucrarea şi raportarea datelor să fie cât mai eficientă.

Există şi strategii de integrare mai complexe care includ baze de date şi baze de cunoştinţe într-un singur sistem inteligent[27].

2.11. SISTEME MULTIEXPERT

Bazate pe aceleaşi principii, sistemele multiexpert sunt o abordare mai recentă şi mai promiţătoare care tinde să depăşească limitele sistemelor expert. În anii '70 au apărut în SUA primele modele şi software de inteligenţă artificială, capabile de soluţionarea problemelor prin descompunerea în subprobleme, repartizate între mai multe module de cunoaştere în interacţiune. Din această perioadă datează modelele tablei negre (blackboard) a lui Lesser şi Erman.

Paradigma multiexpert are în vedere necesitatea expertizei din mai multe domenii diferite distribuite spaţial, care interacţionează în scopul rezolvării problemelor complexe.

[27] Bielawski, L., Leland, R., *Intelligent systems design*, John Willey, New York, 1991, p. 25.

Scanned with OKEN Scanner

Cercetătorii constată azi o evoluţie către interacţiuni frecvente şi complexe între cei mai diverşi specialişti, fiecare în domeniul lor restrâns, în scopul exercitării unei activiăţi comune de nivel înalt.

Această activitate, de analiză şi decizie în grup a soluţiilor problemelor complexe este specifică şi managementului întreprinderii, unde alternativa aleasă de către preşedintele director general poartă în sine strategia tuturor compartimentelor funcţionale iar decizia depinde de evaluări multiple, toate în funcţie de competenţa managerilor din ierarhie.

Iată ideea sistemelor multiexpert, o metaarhitectură capabilă să integreze şi să controleze mai multe module expert în domenii diferite.

Multiexpertiza obţinută adaugă cunoştinţe particulare deoarece reproduce comportamentele mai multor experţi.

2.11.1. Arhitectura sistemului multiexpert

Arhitectura unui sistem multiexpert[28] are la bază arhitectura unui sistem expert şi respectă principiile:

a) conţine mai multe module de cunoaştere, similare bazelor de cunoştinţe din sistemele expert;
b) motorul (motoarele) de inferenţe trebuie să fie separate de modulele de cunoaştere;
c) modularitatea cunoaşterii trebuie să rămână validă la metanivelul expertizei. Adăugarea, modificarea sau ştergerea unui modul de cunoaştere nu trebuie să afecteze direct alte module din sistem;
d) funcţionarea globală a sistemului să permită aflarea soluţiei la o problemă pusă, dacă există;
e) procesul inferenţial care a condus la rezultat să fie similar raţionamentului uman. Acest principiu înseamnă că ordinea intervenţiei fiecărui modul de cunoaştere respectă pe aceea a experţilor, a cărei reflectare o reprezintă. De fapt, aceasta este şi restricţia principală pentru rezolvarea în sistem multiexpertiză a problemelor complexe, fapt care înseamnă că mediul distribuit în care se inserează multiexpertiza este o reţea de module de cunoaştere, cuplate slab, în care nici un modul nu poate avea o vedere generală şi completă asupra reţelei pentru a servi ca arbitru şi/supraveghetor.

Problema generală dată iniţial spre rezolvare poate avea legătură cu competenţele mai multor module de cunoaştere din reţea, scopurile locale nu sunt în mod necesar cunoscute de către alte module însă mai multe module de cunoaştere pot satisface acelaşi scop. Întotdeauna soluţia la problema iniţială trebuie să astisfacă scopurile locale şi depinde de mai multe module din reţea.

O subproblemă, generată prin descompunerea problemei iniţiale de către un modul de cunoaştere, poate fi atribuită spre rezolvare altui modul. Această subproblemă se numeşte subsarcină şi devine pentru acel modul o problemă de soluţionat.

Se observă că este vorba de o abordare distribuită în care banda de comunicaţie este limitată, iar între module circulă numai informaţiile astfel încât fiecare modul să dispună de cunoaştere pertinentă.

---

[28] Gleizes, M-P., Glize, P., *Les systèmes multi-experts*, Hermès, Paris, 1990, p. 10.

Scanned with OKEN Scanner

Este evident că în sistemele multiexpert apar restricţii de sincronizare a funcţionării modulelor de cunoaştere, deoarece controlul interacţiunii dintre subsarcini este foarte dificil în măsura în care nici unul dintre module nu deţine cunoaşterea globală despre sarcinile şi subsarcinile prezentate:

- subsarcinile unui modul pot interacţiona cu alte subsarcini iniţializate în altă parte a sistemului, care nu sunt cunoscute primului modul;
- pot interveni chiar conflicte atunci când modulele obţin acces la unele resurse limitate întrucât o subsarcină nu poate aştepta în exclusivitate satisfacerea altora.

2.11.2. Inteligenţa artificială distribuită, multiexpertiza şi sistemele multiagent

Inteligenţa artificială distribuită specifică sistemelor multiexpert se interesează de situaţia rezolvării problemelor cu ajutorul mai multor module de cunoaştere care cooperează între ele. În literatura de specialitate, inteligenţa artificială distribuită este tratată în trei teme:

a) *Rezoluţia distribuită* a problemelor, care urmăreşte să determine cum se poate repartiza o sarcină de rezolvare a unei probleme particulare între mai multe module de cunoaştere, fiecare cu cunoştinţe particulare;

b) *Rezoluţia multiagent*, care caută să coordoneze comportamentul mai multor "agenţi" autonomi în soluţionarea problemei iniţiale. Într-un sistem multiagent sarcina de coordonare este dificilă deoarece nu se pot aborda situaţii în care controlul global este imposibil şi nu există un criteriu total de reuşită sau reprezentare globală a sistemului. În acest caz, coerenţa globală poate fi realizată prin interacţiunea dintre agenţi (conflict, negociere, compromis);

c) *Arhitecturile paralele dedicate*, care permit creşterea performanţei sistemelor inteligente distribuite în care fiecare agent este văzut ca un nod fizic într-o reţea de calculatoare.

Noţiunea de *agent* nu este suficient de bine clarificată. Unii autori consideră drept agenţi un sistem pentru raţionament inductiv, un sistem pentru raţionamentul deductiv ş.a.m.d. Se poate merge de la o simplă entitate capabilă de inferenţe până la un sistem inteligent autonom capabil de comunicaţii cu mediul său propriu. În această optică, fiecare agent posedă un model al mediului pentru care include o reprezentare a scopurilor, acţiunilor şi planurilor altor agenţi.

Marvin Minsky afirmă că un agent poate fi considerat ca o entitate capabilă să efectueze numai sarcinile fără să fie nevoie şi de alte reflexii asupra lor. Prin gruparea agenţilor într-un sistem de tip multiagent se poate ajunge la o veritabilă inteligenţă distribuită.

Intr-o lucrare[29] demnă de atenţie, Stuart Russel şi Peter Norvig arată că noţiunea de agent este relativ nouă şi din ce în ce mai utilizată în cercetarea informatică şi de gestiune. Semnificaţia acestei noţiuni este strâns legată de semnificaţia acţiunii raţionale (inteligente). Agentul inteligent este o entitate informatică autonomă care posedă date/cunoaştere şi programe/proceduri fiind capabilă de interacţiuni cu alte entităţi prin comunicarea de mesaje sau prin partajarea informaţiei. Mai mulţi autori admit că agentul

[29] Russel, S.J.,Norvig,P., *Artificial Intelligence. A modern Approach*, Prentice Hall,1995, p.3-8.

Scanned with OKEN Scanner

inteligent, ca entitate informatică autonomă, realizează percepţii şi acţionează în conformitate cu legile gândirii pe baza unor inferenţe corecte, pozitive. Realizarea inferenţelor constituie numai o parte din activitatea unui agent inteligent, deoarece prin raţionament logic se ajunge la atingerea unui scop prestabilit. Dintr-o asemenea perspectivă, obiectivul inteligenţei artificiale constă din proiectarea *programelor-agent*, care se vor executa pe anumite tipuri de echipamente şi software organizate într-o anumită arhitectură. Această arhitectură poate include un calculator, echipamente cu scop special pentru anumite funcţii(videocamere, dispozitive audio, sensori) şi software corespunzător pe care să se poată efectua o programare avansată. Nu la asemenea abordări ne referim în lucrarea noastră.

Astfel văzute lucrurile, se poate spune că un sistem multiexpert este un program de inteligenţă artificială distribuită, compus din module de tipul "agenţi experţi", menit să ofere o soluţie globală, coerentă la o problemă generală, a cărei rezolvare necesită intervenţia mai multor module de cunoaştere.

În legătură cu sistemele multiagent se disting trei preocupări:

- comunicarea între modulele de cunoaştere;
- controlul rezolvări problemei;
- organizarea cunoaşterii în sistemele multiexpert.

2.11.3. Comunicarea între modulele de cunoaştere

În interiorul unui sistem multiexpert există două tipuri de comunicaţii:

a) între sistem şi utilizator;

b) între modulele de cunoaştere ale sistemului.

Primul tip de comunicaţii este cel cunoascut de la sistemele expert clasice, cel de-al doilea tip de comunicaţie se desfăşoară în conformitate cu schema din figura nr. 2.24.

Într-un sistem multiexpert se respectă principiile muncii în echipa de specialişti care colaborează la soluţionarea problemelor.

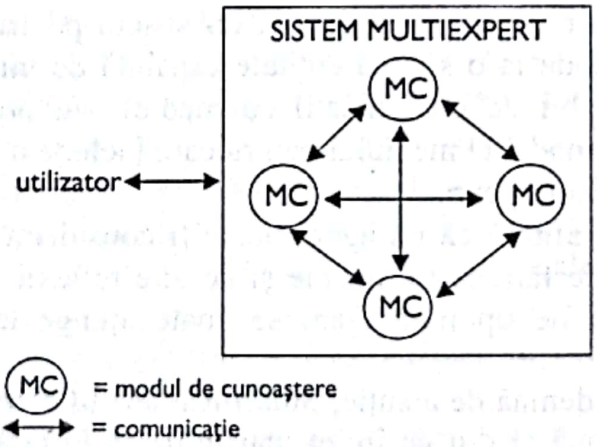


Fig. nr.2.24. *Comunicaţiile unui sistem multiexpert*

Se poate vorbi de caracteristici ale comunicaţiei cu privire la conţinutul comunicării, momentul comunicării şi direcţia comunicării.

• *Conţinutul comunicării* impune o semantică şi o sintaxă comune pentru ca modulele să se poată "înţelege" între ele. Aceasta a generat interesul pentru o reprezentare a cunoaşterii comună tuturor modulelor tocmai ca să se evite trecerea printr-o

reprezentare intermediară. Pentru faptele vizibile care circulă între module este nevoie de aceeaşi semantică la toate modulele, rezultată din terminologia unitară obligatorie utilizată de experţii care contribuie la dezvoltarea sistemului.

• *Momentul comunicării* este marcat de începutul şi sfârşitul legăturilor dintre module, şi implică un du-te-vino permanent al informaţiei între modulele apelate şi cele apelante.

• *Direcţia comunicării,* după stabilirea dialogului, are loc de la modulul apelant (care iniţiază legătură) către modulul apelat, care răspunde solicitării. Însă starea cunoaşterii transmise (fapte sau ipoteze) nu permite definirea sensului apelant→apelat. Trebuie ştiut însă că:

- datele iniţiale (fapte şi /ipoteze) circulă de la apelant către apelat;
- informaţiile complementare sunt ipoteze trimise apelantului pentru verificare;
- modulul apelant restituie aserţiuni cu rol complementar.

În sistemele multiexpert pot fi implementate mai multe tipuri de comunicări, astfel:

- comunicarea prin partajarea informaţiei;
- comunicarea prin trimiterea de mesaje;
- comunicarea prin cunoaştere declarativă.

Comunicarea prin partajarea informaţiei are specifică o structură de date partajată, care conţine iniţial datele problemei, iar pe parcursul rezolvării se îmbunătăţeşte continuu până la obţinerea rezultatului final. Această structură de date se utilizează pentru comunicarea modulelor între ele. Este metoda de comunicare cea mai folosită în realizarea sistemelor multiexpert bazate pe modelul *tablei negre* (figura nr. 2.25).

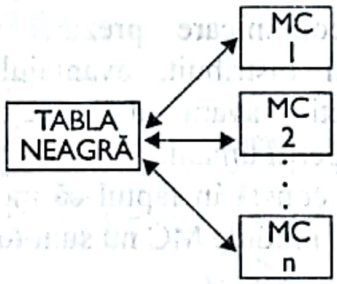


Fig. nr.2.25. *Model de tablă neagră*

Tabla neagră este un nume dat pentru o bază de fapte globală, partajată de către modulele de cunoaştere şi accesibilă printr-un protocol uniform şi sistematic, care conţine starea curentă a problemei şi permite coerenţa rezolvării.

Fiecare modul de cunoaştere are acces la tablă pentru citirea, scrierea, modificarea sau suprimarea faptelor/ipotezelor care se află pe ea.

Trebuie observat că modulele de cunoaştere rămân mereu independente, îşi ignorează reciproc prezenţa, iar intervenţia unui modul în procesul inferenţial este provocată numai de apariţia unei modificări pe tabla neagră.

Metoda tablei negre prezintă dezavantajul timpului de acces prohibitiv şi acumulării de fapte inutile daorită accesului liber la toate faptele existente pe tablă.

Comunicaţia prin trimiterea de mesaje constă în schimbul unui mesaj între modulele de cunoaştere (agenţi) conform unui protocol dinainte stabilit. Această metodă implică un emiţător, unul sau mai mulţi receptori şi informaţia care face obiectul

Scanned with OKEN Scanner

comunicării, pe care o înţeleg toţi receptorii. Transmiterea mesajului poate fi directă sau prin difuziune. Transmiterea directă înseamnă trimiterea mesajului numai la unul sau la mai mulţi receptori identificaţi dinainte de către emiţător. Transmiterea prin difuziune înseamnă trimiterea mesajului tuturor agenţilor în acelaşi timp. În cazul transmiterii directe se pot utiliza principiul relaxării şi principiul negocierii.

Comunicarea prin cunoaştere declarativă are în vedere faptul că numele receptorilor şi conţinutul mesajelor reprezintă cunoaştere care aparţine unui modul particular numit modul de cunoaştere declarativă (MCD). Această cunoaştere permite menţinerea independenţei între toate celelalte module (figura nr. 2.26).

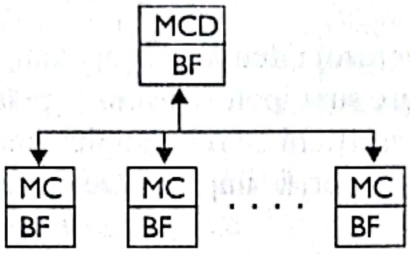


Fig. nr.2.26. *Comunicarea prin cunoaştere declarativă*
(MCD – modul de cunoaştere declarativă, MC – modul de cunoaştere, BF – bază de fapte)

Cunoaşterea declarativă din MCD permite constituirea bazei de fapte iniţiale pentru modulul de cunoaştere activat. Fiecare modul are propria bază de fapte, iar mesajul trimis de MCD către un MC se constituie din ansamblul faptelor comune celor două module.

După soluţionarea problemei într-un modul MC informaţiile comunicate de către MCD îi sunt returnate cu eventuale modificări.

Această metodă de comunicare prezintă avantajele paralelismului care autorizează rezoluţia în modul distribuit, avantajul modularităţii în concepţia şi întreţinerea cunoaşterii, respectiv avantajul supleţii şi independenţei relative a vocabularului utilizat de către experţii umani.

Principalul inconvenient constă în faptul că modulul MCD, ca modul principal, controlează rezoluţia, iar celelalte module MC nu sunt total independente.

2.11.4. Rezoluţia în mediul multiexpert

În sistemele multiexpert intervin diferite moduri de interacţiune în timpul rezolvării problemelor. În cazul rezolvării distribuite a problemelor interacţionează cele mai diferite entităţi: module de cunoaştere, surse de cunoaştere, experţi... Modulele de cunoaştere pot interacţiona prin cooperare sau conflictual.

Interacţiunea este cooperantă atunci când modulele urmăresc acelaşi scop, se completează unul pe altul şi nu ţin seama de informaţia pe baza căreia pot intra în conflict.

Interacţiunea este conflictuală dacă modulele urmăresc scopuri opuse ori au o vedere diferită asupra aceluiaşi scop.

Rezoluţia distribuită a unei probleme depinde de modul de interacţiune, maniera de efectuare a descompunerii problemei şi ordonarea subproblemelor generate, tipul controlului implementat în sistem (centralizat sau descentralizat) şi tehnica de punere în

Scanned with OKEN Scanner

lucru a interacţiunilor: a) dirijarea prin date sau partajarea rezultatelor, b) dirijare prin scop sau partajarea sarcinilor şi c) tehnica mixtă (partajarea rezultatelor şi sarcinilor).

Partajarea sarcinilor şi partajarea rezultatelor sunt două tehnici de bază care permit implementarea interacţiunii dintre modulele sistemului multiexpert.

Partajarea sarcinilor este o tehnică în care modulele se sprijină mutual în execuţia subsarcinilor problemei iniţiale, lucru posibil numai dacă problema este decompozabilă în subsarcini de rezolvat de către modulele de cunoaştere. Un modul descompune problema iniţială în subsarcini care sunt distribuite în continuare altor module pentru rezolvare (figura nr. 2.27).

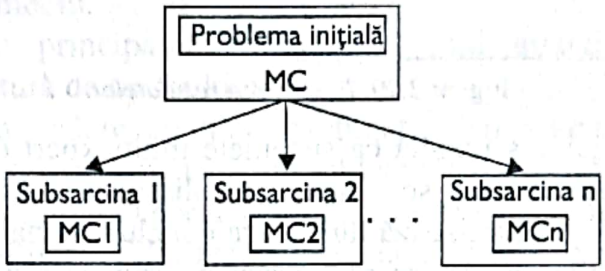


Fig. nr.2.27. *Partajarea sarcinilor*

Fazele esenţiale ale rezoluţiei distribuite a problemei în conformitate cu această tehnică sunt (figura nr. 2.28): descompunere, distribuire, rezoluţie şi integrare.

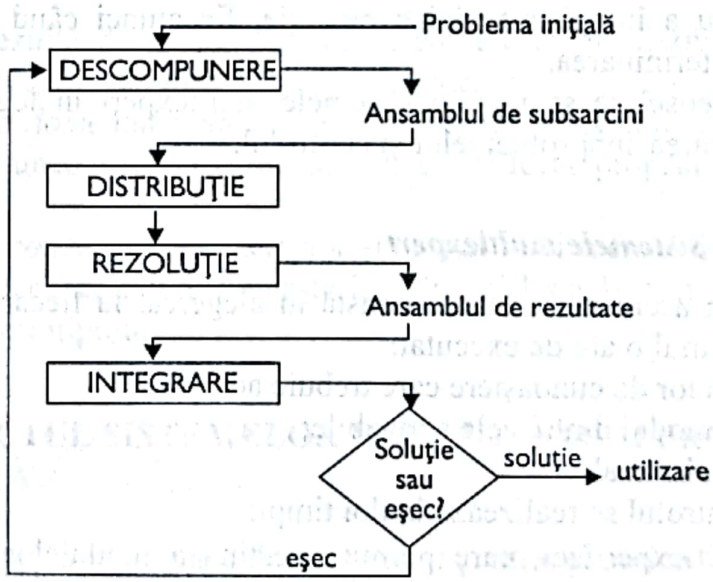


Fig. nr.2.28. *Fazele rezoluţiei distribuite*

Partajarea rezultatelor este tehnica în care modulele de cunoaştere interacţionează partajând rezultatele parţiale şi restricţiile bazate pe opinii uşor diferite. Rezoluţia problemelor cu această tehnică are trei faze (figura nr. 2.29).

Scanned with OKEN Scanner

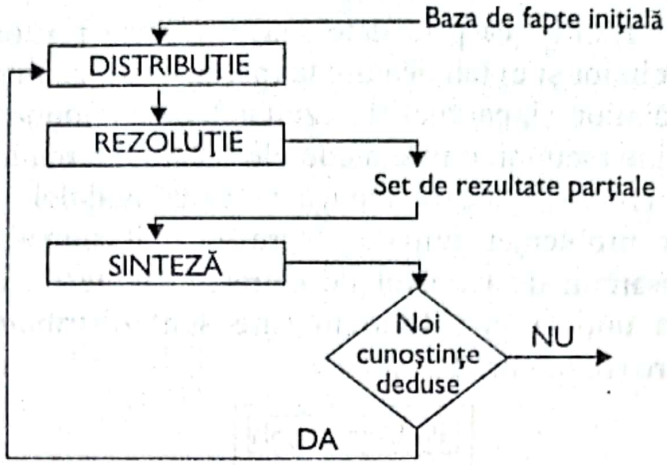


Fig. nr.2.29. *Partajarea rezulatelor*

Din figura de mai sus rezultă că sistemele multiexpert distribuie faptele iniţiale unor module de cunoaştere care se ocupă cu soluţionarea problemei, iar rezultatele obţinute le centralizează şi sintetizează după care concluzia finală poate declanşa o serie de noi rezoluţii distribuite. Astfel se realizează o propagare a soluţiilor parţiale între module şi lipseşte modulul general capabil de aranjarea şi ordonarea subsarcinilor pentru alte module, precum şi sinteza finală a rezultatelor parţiale obţinute. În cazul de faţă, sinteza rezultatelor se face după soluţionarea problemei, iar oprirea rezoluţiei are loc fie când cunoaşterea nu a înregistrat nici o evoluţie, fie atunci când diverse module, de comun acord, decid terminarea.

Probleme deosebite se pun în sistemele multiexpert în legătură cu rezolvarea conflictelor, planificarea subproblemelor şi controlul.

2.11.5. Controlul în sistemele multiexpert

Controlul în asemenea sisteme constă în alegerea, la fiecare pas a rezoluţiei, a acţiunii pe care sistemul o are de executat:

- găsirea modulelor de cunoaştere care trebuie activate;
- alegerea unui modul dintre cele activabile;
- activarea modulului ales.

De fapt, controlul se realizează în doi timpi:

- controlul multiexpertizei, care permite gestiunea modulelor de cunoaştere şi a resurselor sistemului;
- controlul rezoluţiei, care permite menţinerea coerenţei globale şi focalizarea soluţiei.

Punerea în lucru a controlului trebuie să permită respectarea a două restricţii:

- organizarea cunoaşterii sistemului în fiecare modul cu respectarea autonomiei expertizei;
- păstrarea independenţei modulelor de cunoaştere cu menţinerea unui înalt grad de modularitate.

Un exemplu bun îl constituie sistemul DECIDEX pentru generarea şi gestiunea scenariilor. Modulele sale de cunoaştere sunt baze de cunoştinţe prelucrate de un motor de inferenţe numit ARGUMENT. Reprezentarea cunoaşterii este realizată prin metoda

Scanned with OKEN Scanner

regulilor de producţie, iar sistemul este interactiv, comercializat pentru microcalculatoare, staţii de lucru, pentru întreprinderi şi managementul acestora, util în planificare şi decizii strategice de genul: introducerea unor produse noi pe piaţă, gestiunea proiectelor complexe, evaluarea riscului clienţilor în cadrul băncilor şi instituţiilor de asigurări.

2.11.6. Criterii de evaluare a sistemelor multiexpert

Criteriile semnificative care permit alegerea unui sistem multiexpert pentru aplicaţii de gestiune sunt: rapiditatea, siguranţa, calitatea soluţiei, eficacitatea, claritatea, costul şi adecvarea la domeniu.

Rapiditatea este principalul criteriu, cel mai atractiv când sistemul este implementat pe o arhitectură de tip multiprocesor.

Siguranţa are în vedere continuarea funcţionării sistemului chiar şi când un modul lipseşte sau nu rezolvă corect o subproblemă sau a generat un eşec. Se asigură astfel o bună fiabilitate, iar multiexpertiza elimină posibilitatea unui eşec total.

Calitatea soluţiei rezultă din repartizarea cunoaşterii pe mai multe module, fapt care determină o soluţie mai bună decât prin integrarea acestora într-un singur modul.

Eficacitatea are în vedere timpii de rezoluţie, care în cazul sistemelor monoprocesor sunt mai slabi tocmai din cauza partajării cunoaşterii între mai multe module.

Claritatea rezultă din modularitate, sistemul este mai lizibil, iar cantitatea de informaţii necesară unei decizii momentane se reduce.

Adecvarea la domeniul aplicativ este avută în vedere întrucât experţii acordă o încredere mai mare unei arhitecturi de sistem ce reflectă propria lor abstractizare şi conceptualizare.

Costurile de concepere a sistemelor sunt mai mici tocmai datorită modularităţii care oferă posibilitatea achiziţiei cunoaşterii în paralel de la toţi experţii, precum şi validarea globală a prototipului.

2.12. IMPACTUL SISTEMELOR INTELIGENTE ŞI PROFESIA CONTABILĂ

Explorările într-un asemenea domeniu sunt şi utile şi periculoase în acelaşi timp. Se ştie deja că literatura de specialitate este plină de predicţii, care de regulă, atunci când sunt scrise, nu se uită uşor şi pot determina critici la adresa lor. Nu trebuie să ne scape din vedere faptul că evenimentele ştiinţifice, salturile tehnologice, realizate, ne orientează către viitor. Aceasta ne încurajează şi pe noi într-un asemenea demers.

Cu toate că este dificil de realizat scenarii pe termen lung, credem că unele aprecieri pot fi utile pentru orientarea cercetărilor.

Clarke şi Cooper, doi cercetători britanici[30], identifică viitorul impact al tehnologiei informaţionale asupra profesiei contabile cu patru tipuri de schimbări:

---

[30] Edwards, A., Connel, N.A.D., *Expert Systems in Accounting*, Prentice Hall, 1989, p. 60.

Scanned with OKEN Scanner

- schimbări în natura muncii contabile în sensul că se va crea un nivel al cunoaşterii care va încuraja personalul implicat în cooperarea cu proiectanţii de sisteme inteligente;
- schimbări în serviciile complementare de natura consultanţei şi instruirii;
- schimbări în sistemele interne privind planificarea proiectelor, facturarea şi sistemele resurselor umane/sistemele de poştă electronică, din cauza software-ului specializat apărut;
- schimbări în structura de organizare datorate creşterii specializării personalului şi intensificarea muncii la domiciliu în interesul firmei. În jurul anului 2000 sistemele expert, devenite comune în întreprinderile competitive, sunt cea mai semnificativă evoluţie a tehnologiei informaţionale.

Dar, cum se va schimba întreprinderea prin utilizarea viitoare a sistemelor inteligente?

Trebuie reţinut, mai ales, că motivaţia utilizării sistemelor expert este fundamentală într-o întreprindere. Ce altceva oferă sistemele expert dacă nu altă tehnologie de vârf? Dar o tehnologie capabilă de avantaje, beneficii pentru întreprindere, după cum am văzut anterior. Pe scurt: a) capacitatea de a memora şi distribui cunoaşterea cu ofertă de expertiză la momentul oportun, b) mijloace de stocare a expertizei rar utilizate sau pe cale de dispariţie, c) un mediu interactiv de instruire a personalului mai ales când sunt achiziţionate noi deprinderi în profesie, d) un bun asistent pentru personalul nou angajat, în condiţiile în care sunt necesare zilnic deprinderi de înaltă calificare, e) o ghidare bazată pe reguli în situaţii cum sunt utilizarea legislaţiei de impozite, de alocare bugetară etc.

În privinţa acestor beneficii unii sceptici în profesie adresează întrebări de genul:

- de ce nu mai aşteptăm?
- ce domeniu aplicativ este mai potrivit?
- cât de mult va costa?
- cum vom reuşi să construim/achiziţionăm un sistem expert pentru cutare activitate?
- care vor fi efectele implementării?

Despre profesioniştii contabili se spune că sunt mai conservatori şi reacţionează mai greu la schimbări. Nu trebuie însă pierdut din vedere că sub aspect istoric compartimentele contabilităţii au hrănit cele mai spectaculoase dezvoltări ale tehnologiei informaţionale în întreprinderi.

Cu privire la sistemele expert trebuie ştiut că ele pot servi atât interesele profesiei, dar mai ales pe cele ale clienţilor acestei profesii – managerii...

Se poate atrage atenţia asupra viitorului sistemelor expert prin observarea unei tabele cu efectele posibile rezultate din implementarea lor, precum şi a relaţiei cu schimbările strategice (tabelul nr. 2.8).

Scanned with OKEN Scanner

Tabelul nr. 2.8. *Efecte posibile ale introducerii sistemelor expert*

Natura schimbărilor	Efecte interne	Efecte asupra competitorilor	Efecte asupra clienţilor
Schimbări în strategia internă (eficienţe internă a firmei)	- creşte eficienţa - schimbări în atitudinea personalului - reorganizări pentru reducerea autonomiei	- efecte mici - percepţie crescută a ameninţării	- focalizarea atenţiei asupra dezvoltării sistemelor expert
Schimbări în strategia competiţională (mişcări în profesie)	- practici noi ale firmei	- încurajarea "high-tech"-ului printre competitori - creşte presiunea asupra competitorilor - apar noi rivali	- schimbări asupra onorariilor - fluenţă de clienţi noi - efecte asupra auditorilor interni - reputaţie de "high-tech"
Schimbări în strategia de portofoliu (în afaceri)	- reorganizare funcţională - politici mai bune de recrutare - politici mai bune de instruire personal	- competitori noi - schimbări în relaţiile cu partenerii de afaceri	- clienţi noi - afaceri noi cu clienţii existenţi

Efectele implementării de sisteme inteligente sunt cele care constituie motorul introducerii în viitor a acestei tehnologii deoarece tot pe această cale se obţin noile mijloace investiţionale pentru întreprinderi.Cele trei tipuri de strategii menţionate în tabela anterioară sunt sugerate de către Bakes şi Treacy, care se referă mai mult la combinarea lor, ele fiind complementare, astfel:

- strategia internă este în legătură cu structurile întreprinderii, care ating cel mai bine obiectivele, în lumina schimbărilor tehnologice;
- strategia competiţională se focalizează pe relaţia dintre întreprindere şi competitorii săi, potenţiali şi existenţi;
- strategia de portofoliu este în legătură cu analiza şi reconsiderarea activităţilor de afaceri curente ale întreprinderii.

Pentru viitorul sistemelor expert, punctul de vedere optimist ne relevă la întrebările de mai sus răspunsuri semnificative, deoarece aplicaţii pline de succes în toate domeniile, nu numai în cel contabil, au contribuit la obţinerea unor economii semnificative atunci când exploatarea sistemelor a fost adecvată.

De aceea se consideră că strategia cea mai rezonabilă a unei întreprinderi este încercarea cât mai rapidă a proiectelor de sisteme expert, chiar mai mici la început, deoarece îi oferă experienţă în aplicaţii rapide, însuşirea tehnologiei proiectării, utilizarea generatoarelor de sisteme expert, formarea personalului propriu, semnalizează clienţii asupra unor schimbări importante cărora le oferă mai multă încredere în afaceri şi deschide noi oportunităţi pe piaţa sistemelor expert. Experienţa în construirea de sisteme expert va fi o publicitate valoroasă pentru întreprindere şi un mare câştig în poziţia ei printre competitori.

Scanned with OKEN Scanner

2.13. CRITERII PENTRU JUDECAREA OPORTUNITĂȚII INTRODUCERII TEHNOLOGIEI SISTEMELOR EXPERT

O listă a criteriilor de respectat pentru introducerea tehnologiei sistemelor expert, cu şanse de succes, este prezentată de către Frank Puppe de la Universitatea din Karlsruhe din Germania[31]. O considerăm cea mai importantă şi din acest motiv o prezentăm în detaliu în continuare.

Fiecare criteriu are ataşată o pondere (un număr de la 0 la 10) în funcție de aplicarea sa (10) sau neaplicarea sa completă (0). Criteriile sunt grupate în trei grupe, fiecare dintre grupe respectă cerințele pentru utilizator şi management, problemă sau sarcină şi experți.

Pentru o aplicație potențială, evaluarea finală are loc prin însumarea acestor ponderi şi împărțirea rezultatului obținut la numărul total de criterii luate în seamnă. Dacă valoarea obținută este mai mare decât cinci, aplicația este fezabilă cu sisteme expert.

Se înțelege că trebuie făcută o împărțire a domeniilor de aplicații în clase de probleme deoarece fiecare clasă se rezolvă cu metode specifice. În plus, clasele de probleme se pun în relație cu metodele de rezolvare apoi pentru fiecare dintre metode se identifică reprezentarea de bază a cunoaşterii şi implementările acestei reprezentări.

Iată care sunt criteriile propuse de autorul menționat

I. Criteriile esențiale

- utilizatorii aşteaptă beneficii mari din operațiile de rutină 10p
- utilizatorii se aşteaptă ca dimensiunea şi limitele sistemului expert să fie realiste 10p
- proiectul de sistem este bine susținut de către management 10p
- problema nu reclamă prelucrări în limbaj natural 10p
- problema nu presupune prea multă cunoaştere intensivă 10p
- problema este de natură euristică 8p
- cazurile testate pentru toate gradele de dificultate sunt disponibile 10p
- sistemul poate fi dezvoltat prin metode incrementale, iar problema este divizibilă 7p
- nu sunt necesare soluții optime la problemă 8p
- nu sunt necesare soluții comune (de bun simț) ale problemei 10p
- problema este relevantă într-un viitor previzibil 10p
- nu este esențială terminarea în scurt timp a sistemului 7p
- problema este uşoară, dar nu la fel de uşoară pentru sistem 8p
- există experți disponibili 10p
- expertul disponibil este unul recunoscut 10p
- expertul este disponibil o perioadă mare de timp 10p
- expertul disponibil este cooperant 8p
- expertul este uşor de înțeles şi se exprimă clar 8p
- expertul este o persoană de încredere, cu experiență în proiecte de sisteme expert 8p

31 Puppe, F., *Sistematic Introduction to Expert Systems. Knowledge Representation and Problem-Solving*, Springer-Verlag, Berlin, 1993, p. 23.

Scanned with OKEN Scanner

- expertul utilizează raţionamentul simbolic 8p
- este dificil, dar nu imposibil, de a transfera expertiza 7p
- expertul rezolvă probleme cu o mare competenţă cognitivă 10p
- diferiţi experţi acceptă că soluţia propusă este bună 10p
- expertul nu trebuie să fie creativ în timpul soluţionării problemei 10p

II. Criterii de dorit

- managementul sprijină proiectul şi după finalizarea sa 8p
- introducerea sistemului expert nu necesită prea multă reorganizare 4p
- utilizatorul poate interacţiona cu sistemul expert 4p
- sistemul îşi poate explica raţionamentele 4p
- întrebările puse sistemului sunt necesare şi nu prea multe 4p
- problema se cunoaşte dinainte ca o situaţie problematică 4p
- soluţiile problemei sunt explicabile 4p
- problema nu reclamă un timp de răspuns prea scurt 5p
- există deja sisteme expert reuşite care se aseamănă cu proiectul propus 8p
- sistemul poate fi utilizat în mai multe locuri simultan 5p
- problema este periculoasă sau cel puţin neatractivă pentru om 3p
- problema implică şi cunoaştere subiectivă 4p
- expertul în viitor nu mai este disponibil 3p
- expertul este dispus să se identifice intelectual cu sistemul expert 3p
- expertul nu se simte rău tratat sau ofensat 4p
- cunoaşterea folosită de expert la soluţionarea problemei este structurată 2p

2.14. VIITORUL SISTEMELOR EXPERT

Oricum le-am numi, sisteme cognitive sau sisteme inteligente, sistemele expert constituie o subramură a tehnologiei inteligenţei artificiale şi s-au remarcat deja în numeroase aplicaţii. Sistemele expert, generatoarele de sisteme expert şi chiar generatoarele de sisteme neuronale sunt deja disponibile pe piaţă şi contribuie din plin la modelarea întreprinderii viitorului.

Încă din 1985 P. Harmon şi D. King întrevedeau în materie de sisteme expert două perioade:

- prima perioadă, până la începutul anilor '90, caracterizată de aplicarea sistemelor expert de mărime medie la soluţionarea unor probleme specifice. Ele au format gustul pentru această tehnologie şi un mare număr de cognoticieni;
- a doua perioadă, cu începere din 1992, va atinge apogeul la începutul mileniului următor, când sistemele expert sunt concepute pentru reproducerea raţionamentului uman până la punctul în care vor concura experţii umani în materie de inteligenţă şi expertiză.

Dar ce ne oferă viitorul imediat în domeniul sistemelor expert? Întrevedem patru mari direcţii de dezvoltare:

- dezvoltarea masivă de generatoare de sisteme expert şi sisteme neuronale, cu care se vor putea concepe de către experţii înşişi noi aplicaţii în cele mai diferite domenii. Cognoticienii vor avea şi ei un rol crescut deoarece se vor concentra mai

Scanned with OKEN Scanner

puţin asupra mediilor de dezvoltare a aplicaţiilor de tip expert şi mai mult asupra domeniilor aplicative;

- dezvoltarea unor metode noi, mai performante de achiziţie şi reprezentare a cunoaşterii, care vor deveni tot mai disponibile şi accesibile. Acesta este sectorul cel mai interesant pentru cognoticianul viitorului;
- viitorul cel mai promiţător aparţine sistemelor neuronale, care se inspiră din structurile creierului uman şi a căror originalitate ţine seamă de distribuirea cunoaşterii. Sistemele neuronale vor fi nedisociate de sistemele expert, acestea implicându-se unele pe altele. Deja se află în comerţ generatoare de sisteme expert care utilizează descrierea obiectelor, care fac parte integrantă din baza de cunoştinţe, dar acestea nu sunt decât nişte precursori întrucât se va ajunge la sisteme inteligente care depăşesc multe dintre generatoarele de sisteme expert actuale în sensul că:
- software-ul integrabil în sistemele neuronale va fi disponibil într-un viitor apropiat ca instrumente hibride de concepere a sistemelor care asociază tehnici orientate obiect celor din programarea clasică, tehnici fuzzy ş.a.

De ce nu ne-am imagina, că s-ar putea pune în comerţ, în viitorul nu prea îndepărtat medii de dezvoltare a software-ului inteligent, ca adevărate uzine de fabricaţie a sistemelor bazate pe cunoştinţe care includ metode de achiziţie a cunoaşterii cu o consistenţă dorită în materie de informaţie managerială, de instruire, de diagnostic ş.a., care generează în conformitate cu situaţiile decizionale, baze de date, programe executabile şi chiar sisteme expert?

2.15. STUDIU DE CAZ: "SEPECC"

SEPECC – sistem expert prototip pentru evaluarea şi clasificarea creditelor.

Scop: urmărirea unor plasamente sigure a fondurilor unei bănci comerciale, asigurarea unor garanţii certe, constituirea unor provizioane de risc optime şi informarea managementului despre portofoliul de credite cel mai avantajos.

Folosind SEPECC se poate selecta cea mai avantajoasă variantă de plasament capabilă să satisfacă un optim în politica băncii. Suma convenţiilor de credite alcătuieşte portofoliul de credite al unei bănci comerciale.

În prezent, evaluarea şi clasificarea portofoliilor se realizează manual, cel puţin o dată pe semestru, pe baza datelor reale din bilanţul contabil, balanţele de verificare, celelalte raportări trimestriale şi alte documente bancare, dar nu favorizează decizii operative.

Baza legală o constituie normele BNR, care prevăd criteriile:

- evaluarea performanţelor financiare ale clientului;
- capacitatea clientului de onorare a datoriei la scadenţă.

Scanned with OKEN Scanner

Există cinci clase de credite: standard, în observaţie, substandard, îndoielnic, pierdere.

După evaluarea performanţelor financiare ale clientului, creditele se repartizează în următoarele categorii:

- categoria A, dacă performanţele financiare sunt foarte bune şi permit plata la scadenţă a ratelor şi dobânzilor aferente, iar în perspectivă performanţele financiare se menţin la un nivel ridicat;
- categoria B, dacă performanţele financiare sunt bune sau foarte bune dar nu se pot menţine la acest nivel pe o perioadă mai lungă;
- categoria C, dacă performanţele financiare sunt satisfăcătoare dar au o tendinţă de înrăutăţire;
- categoria D, dacă performanţele financiare sunt scăzute şi ciclice la intervale scurte;
- categoria E, dacă performanţele financiare indică pierderi, iar în perspectivă nu pot fi plătite ratele de rambursat şi dobânda.

Încadrarea în una dintre aceste categorii se face în funcţie de următoarele criterii de evaluare a performanţelor financiare:

1. *Indicatori de performanţă financiară*:
   - grad de îndatorare;
   - lichiditatea imediată;
   - solvabilitatea patrimonială;
   - rentabilitatea;
   - gradul de acoperire a cheltuielilor din venituri.
2. *Factori calitativi*:
   - managementul întreprinderii;
   - profil de activitate/ramură;
   - asigurarea cu materii prime;
   - asigurarea desfacerii;
   - perspectiva performanţei financiare;
   - alţi factori.
3. *Tipul garanţiilor materiale pentru operaţiunea bancară*:
   - garanţii materiale din clasa de importanţă I;
   - garanţii materiale din clasa de importanţă II;
   - alte garanţii.
4. *Serviciul datoriei*:
   - BUN, dacă ratele şi dobânzile se plătesc la scadenţă sau cu o întârziere de maximum 7 zile;
   - SLAB, dacă ratele şi dobânzile se plătesc cu întârziere de până la 30 zile;
   - NECORESPUNZĂTOR, dacă ratele şi dobânzile se plătesc cu întârziere mai mare de 30 zile.

Scanned with OKEN Scanner

Pentru fiecare clasă de credite banca este obligată să-şi constituie provizioane specifice.

Indicatorii de perfomanţă financiară se calculează cu relaţiile:

$$\text{Grad de îndatorare } (\%) = \frac{\text{Total datorii}}{\text{Total active}} \times 100$$

$$\text{Lichiditate imediată } (\%) = \frac{\text{Active lichide}}{\text{Datorii pe termen scurt}} \times 100$$

unde: Active lichide = Casa + Disponibil în conturi + CEC-uri cu limită de sumă + Facturi neîncasate;

Datorii pe termen scurt = Credite + Obligaţii faţă de terţi

$$\text{Solvabilitatea patrimonială}(\%) = \frac{\text{Capital propriu + Proviz.pt.risc şi chelt.}}{\text{Capital propriu + Proviz.pt.risc şi chelt + Total credite}} \times 100$$

$$\text{Rentabilitatea capitalului propriu } (\%) = \frac{\text{Profit net}}{\text{Capital propriu + Proviz.pt.risc şi chelt}} \times 100$$

$$\text{Gacvî } (\%) = \frac{\text{Vî}}{\text{Cavî}} \times 100$$

unde:

Gacvî – gradul de acoperire a cheltuielilor din veniturile încasate

Vî – venituri încasate

Cavî – cheltuieli aferente veniturilor încasate

Pentru fiecare indicator se acordă un punctaj în funcţie de clasa de încadrare. Numărul maxim de puncte acordat clientului este de:

- 50 pentru clienţii la care toţi indicatorii intră în clasa I de performanţă financiară;
- 40 pentru clienţii la care toţi indicatorii intră în clasa II de performanţă;
- 25 pentru clienţii la care indicatorii intră în clasa III;
- 10 puncte pentru clienţii la care toţi indicatorii intră în clasa IV;
- 0 puncte pentru clienţii la care indicatorii intră în clasa V.

Pentru factorii calitativi este posibil un punctaj maxim de 30 de puncte (câte 5 puncte pentru fiecare factor calitativ observat). Pentru tipul garanţiei materiale se poate acorda maximum 20 de puncte, în cazul garanţiilor constituite în favoarea băncii, astfel:

- 20 puncte maximum pentru garanţii din clasa I;
- 10 puncte maximum pentru garanţii din clasa II;
- 20 puncte pentru alte garanţii.

Evaluarea performanţei financiare globale a unui client se face după punctajul total obţinut, care încadrează creditul în una dintre categoriile următoare:

Scanned with OKEN Scanner

Tabelul nr. 2.9. *Tabelă decizională pentru stabilirea performanței financiare*

PERFORMANȚA FINANCIARĂ	PUNCTAJ
A = Foarte bună	81 – 100
B = Bună	71 – 80
C = Satisfăcătoare	61 – 70
D = Scăzută	50 – 60
E = Foarte scăzută	sub 50

Clasificarea creditului are loc în final în conformitate cu tabelul nr. 2.10.

Tabelul nr. 2.10. *Tabelă decizională pentru stabilirea scopurilor*

Serviciul datoriei / Performanța financiară	BUN	SLAB	NECORESPUNZĂTOR
A	Standard	În observație	Sub standard
B	În observație	Sub standard	Îndoielnic
C	Sub standard	Îndoielnic	Pierdere
D	Îndoielnic	Pierdere	Pierdere
E	Pierdere	Pierdere	Pierdere

SEPECC este organizat ca un sistem care ajută executivul băncii să evalueze și să clasifice convenția de credit cu clientul. În urma dialogului cu utilizatorul, purtat în timpul sesiunii de consultare, se va sugera o clasificare a creditului, în funcție de care executivul decide acordarea sau nu a creditului. În felul acesta se poate aprecia că SEPECC acordă sfaturi utilizatorului într-o problemă esențială – profitabilitatea creditului pentru bancă și pentru clientelă. În acest scop este esențială întreținerea constantă a bazei de cunoștințe.

SEPECC, deocamdată de interes didactic, este un prototip și se inspiră din realitate.

2.16. CONTROL ȘI EXERCIȚII

☞ Controlați într-un dicționar de specialitate semnificația termenilor de sistem de inteligență artificială, sistem cognitiv și sistem expert.

☞ Arătați avantajele introducerii sistemelor expert în întreprinderi.

☞ Care sunt obiectivele sistemelor expert?

☞ Discutați analogia dintre expertul uman și sistemele expert.

☞ Prezentați componentele de bază ale unui sistem expert despre care s-a publicat deja o aplicație inteligentă în literatura românească.

☞ Care sunt caracteristicile de bază ale unui sistem expert?

Scanned with OKEN Scanner

☞ Un programator, un analist şi un manager doresc să devină cognoticieni. Care dintre ei credeţi că are cele mai puţine dificultăţi ca să-şi atingă scopul şi care ar fi motivele?

☞ Discutaţi diferenţele majore dintre sistemele informatice tradiţionale şi sitemele expert.

☞ Enumeraţi funcţiile de bază ale sistemelor expert, care pot fi informatizate cu această tehnologie.

☞ Cum se prezintă aplicaţiile sistemelor expert în domeniul gestiunii? Dar în domeniul contabilităţii?

☞ Cum se clasifică sistemele expert?

☞ Care sunt principalele strategii de introducere şi moduri de utilizare a sistemelor expert în întreprinderi şi organizaţii?

☞ Cum se prezintă arhitectura sistemelor multiexpert?

☞ Ce impact au sistemele expert asupra profesiei contabile?

☞ Comentaţi oportunitatea soluţionării unei probleme contabile/manageriale/financiare/bancare/de asigurări etc. cu un sistem expert pe baza criteriilor de introducere a acestei tehnologii. Alegeţi problema şi aplicaţi criteriile.

Scanned with OKEN Scanner

CAPITOLUL III

REPREZENTAREA CUNOAŞTERII

Am văzut deja că sistemele expert au componenta numită bază de cunoştinţe destinată memorării cunoaşterii dintr-un domeniu particular. Această cunoaştere este sursa de "inteligenţă" a sistemului şi se foloseşte de către motorul de inferenţe pentru inferarea concluziilor şi/soluţiilor despre problema din domeniu. Procesul de colectare şi organizare a cunoaşterii este cea mai dificilă muncă la construirea sistemului expert.

Vom discuta tehnicile pentru realizarea acestei munci într-un paragraf special dedicat acestui scop.

Acum este suficient să examinăm cum se poate formaliza cunoaşterea în vederea memorării ei în baza de cunoştinţe. Vom trece în revistă noţiunea de cunoaştere, caracteristicile cunoaşterii, principale tipuri de cunoaştere şi principalele metode de reprezentare.

Scanned with OKEN Scanner

3.1. NOȚIUNEA DE CUNOAȘTERE, CLASIFICAREA ȘI CARACTERISTICILE CUNOAȘTERII

Pentru a căpăta o bună înțelegere a ceea ce înseamnă *cunoaștere* să vedem întâi distincția dintre cei trei termeni utilizați adesea unul în locul celuilalt: date, informație și cunoaștere.

Datele sunt un termen care se referă la șiruri numerice sau alfanumerice despre fapte, obiecte, situații rezultate din numărare și măsurare, care prin ele însele nu au nici o semnificație, dar pot constitui un răspuns la întrebările utilizatorului.

Informația constituie o rafinare (prelucrare) a datelor și o utilizare a acestora astfel încât să fie semnificativă pentru utilizatori. De aceea se spune că informațiile sunt date cu semnificație pentru receptori.

Cunoașterea are mai multe definiții:

- cunoașterea, conform Webster's New World Dictionary of the American Language, reprezintă o percepție clară (cu sens) și certă a unor fapte, o înțelegere a ceva, o învățare, tot ceea ce se percepe mintal, o experiență practică, o îndemânare, o competență în ceva, o cunoștință despre, o familiarizare cu ceva, o recunoaștere a ceva, o informație organizată aplicată la soluționarea unei probleme. Se observă din această definiție mai multe expresii sinonime termenului de cunoaștere;
- conform cu Pigford și Baur[32] de la Universitatea Kentucky, cunoașterea poate fi gândită ca o informație rafinată, care are tendința să fie cât mai generală ori chiar incompletă sau imprecisă. Cunoașterea poate include fapte și informații dar mai ales concepte, proceduri, modele și euristici care se pot utiliza în inferențe pentru soluționarea problemelor. Cunoașterea poate fi privită și ca o informație în contextul în care este organizată astfel încât să fie disponibilă pentru percepție, învățare și soluționarea problemelor.

Se observă din aceste expuneri o variație a cunoașterii atât în conținut, cât și în aspectul exterior. De aceea se disting: cunoașterea specifică, cunoașterea generală, cunoașterea exactă, cunoașterea imprecisă (vagă), cunoașterea procedurală și cunoașterea declarativă.

Profesorul E. Turban prezintă o clasificare a datelor, informației și cunoașterii în funcție de gradul de abstractizare în care cunoașterea este considerată mai abstractă și se află în vârful piramidei abstractizării (figura nr. 3.1), iar datele au un grad de abstractizare mai redus și se află la baza piramidei.

---

[32]Pigford, D.V., Baur, G., *Expert Systems for Business. Concepts and Applications. Featuring VP-Expert*, Boyd & Fraser Pub., Boston, 1990, p. 25.

Scanned with OKEN Scanner

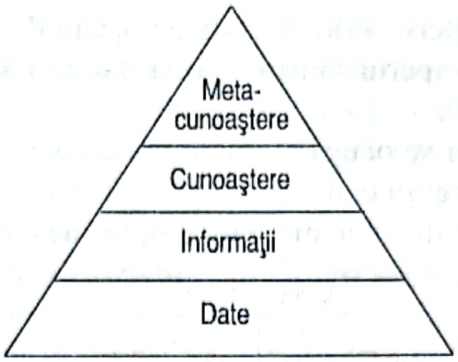


Fig. nr.3.1. *Piramida abstractizării*

O interesantă definiţie a cunoaşterii aparţine lui Sowa. Potrivit acestui autor, "cunoaşterea cuprinde restricţiile implicite şi explicite enunţate despre obiecte, entităţi, operaţii şi relaţii, cu ajutorul euristicilor generale şi specifice, precum şi procedurile de inferenţă implicate în problema de modelat".

Chiar dacă calculatoarele nu pot avea studii, experienţă şi/sau învăţătură aşa cum au oamenii, ele pot utiliza cunoaşterea furnizată de experţii umani. Această cunoaştere constă din fapte, concepte, teorii, metode, euristici, proceduri şi relaţii. Cunoaşterea poate fi considerată drept informaţia care s-a organizat şi analizat astfel încât calculatoarele să se facă mai bine înţelese şi utilizate la soluţionarea problemelor sau pentru luarea deciziilor.

Colecţia de cunoştinţe despre o problemă care trebuie soluţionată cu un sistem expert se numeşte bază de cunoştinţe. Multe baze de cunoştinţe sunt limitate dar, o dată construite, asupra lor pot fi aplicate metode de inferenţă.

În sistemele expert cunoaşterea este reprezentată de expertiza de care dispune expertul uman sau de cunoaşterea disponibilă în cărţi, reviste de specialitate sau alte documente. Cunoaşterea expertului este specifică unui *domeniu al problemei*. În sistemul expert există şi cunoaştere despre tehnicile generale de rezolvare a problemelor, depozitată în motorul de inferenţe. Cunoaşterea expertului (expertiza) despre rezolvarea unei probleme specifice poartă numele de *cunoaştere din domeniu*. Relaţia dintre domeniul problemei şi cunoaşterea din domeniu o prezentăm în figura nr. 3.2.

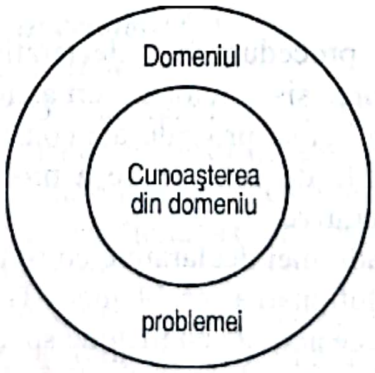


Fig. nr.3.2. *Relaţia dintre domeniul problemei şi cunoaşterea din domeniu*

Se observă că domeniul problemei include cunoaşterea din domeniu, iar zona din exteriorul cunoaşterii din domeniu este de regulă neacoperită cu cunoaştere.

Scanned with OKEN Scanner

În domeniul cunoaşterii sale specifice sistemul expert raţionează sau face inferenţe în acelaşi mod cu expertul uman, căruia dându-i-se anumite fapte inferenţiază imediat o concluzie (o soluţie).

Cu studiul cunoaşterii se ocupă ştiinţa numită *epistemologie*, care are în obiectiv studiul naturii, structurii şi originii cunoaşterii.

Profesorul Giarratano distinge mai multe tipuri de cunoaştere (figura nr. 3.3.).

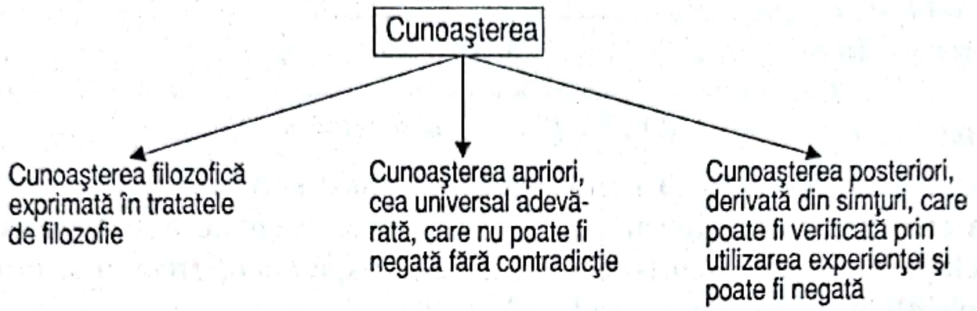


Fig. nr.3.3. *Categorii de cunoaştere*

Cunoaşterea filozofică este aceea exprimată în tratatele de filozofie de către savanţi şi specialişti în domeniu: Platon, Descartes, Kant ...

Cunoaşterea apriori este aceea care precede orice altă cunoaştere şi este independentă de cunoaşterea provenită din simţuri. Termenul latin *apriori* înseamnă "care precede". De exemplu, expresia "Toate triunghiurile dreptunghice au un unghi de 90°" este un exemplu de cunoaştere apriori. Cunoaşterea apriori este considerată universal adevărată şi nu poate fi negată fără contradicţie. Enunţurile logicii, legile matematice sunt exemple de astfel de cunoaştere.

În opoziţie cu cunoaşterea apriori există o cunoaştere derivată din simţuri, experienţă, numită cunoaştere posteriori. Adevărul sau falsitatea acestei cunoaşteri se verifică prin utilizarea simţurilor sau a experienţei, ca în enunţul "Lumina este galbenă".

Deoarece experienţa senzorială poate să nu fie întotdeauna corectă, cunoaşterea posteriori poate fi negată pe baza unei noi cunoaşteri fără a fi introdusă contradicţia. Se impune deci întotdeauna verificarea cunoaşterii posteriori.

Cunoaşterea mai poate fi clasificată în cunoaştere procedurală, cunoaştere declarativă şi cunoaştere tacită.

Tipurile de cunoaştere procedurală şi declarativă corespund paradigmelor cu acelaşi nume utilizate la construirea sistemelor expert astfel:

- trăsătura distinctivă a paradigmei procedurale constă în aceea că trebuie specificate exact, pas cu pas, operaţiile de soluţionare a problemei. Această paradigmă este specifică programării imperative;
- trăsătura distinctivă a paradigmei declarative constă în aceea că se separă scopul de metodele utilizate în soluţionarea problemei. Trebuie specificat ce va realiza sistemul, iar sistemul va face aceasta cu metode specifice.

Cunoaşterea procedurală este adesea referită în legătură cu posibilitatea de a şti *cum* se face ceva, succesiunea operaţiilor prin care se ajunge la soluţia problemei. Cunoaşterea declarativă se referă la a şti dacă ceva este fals sau adevărat, ea este în legătură cu cunoaşterea exprimată sub forma de enunţuri declarative cu valoare de adevăr, de genul: "contul se creditează".

Scanned with OKEN Scanner

Cunoaşterea tacită se mai numeşte cunoaştere subconştientă deoarece nu poate fi exprimată într-un limbaj. Sistemele neuronale au relaţie directă cu acest tip de cunoaştere tocmai pentru că în mod normal un sistem neuronal nu-şi poate explica direct cunoaşterea de care dispune însă o poate oferi dacă are la dispoziţie un program potrivit.

Cunoaşterea constituie factorul major într-un sistem expert. Faţă de informatica tradiţională unde funcţionează ecuaţia

Algoritm+Structuri de date=Programe

în cazul sistemelor expert funcţionează relaţia

Cunoaştere+Inferenţe=Sistem expert.

În piramida din figura nr. 3.1., de mai înainte, în partea de jos se observă datele, care prezintă doar interes potenţial şi care în urma prelucrării devin informaţie, cu semnificaţie pentru destinatar. La nivelul următor cunoaşterea este o informaţie specializată. De exemplu, în sistemele expert bazate pe reguli cunoaşterea poate fi reprezentată sub forma regulilor, care în urma activării pot produce fapte noi sau concluzii printr-un raţionament specific numit *inferenţiere*. Termenul de inferenţiere se utilizează adesea pentru cunoaşterea despre metodele de rezolvare a problemelor din sistemele expert, iar termenul fapte înseamnă date sau informaţii şi depinde de modul în care acestea sunt reprezentate. De aceea, sistemele expert sunt capabile să transforme datele în informaţii şi informaţiile în cunoaştere. De exemplu, şirul de 18 cifre de mai jos

652085308249527543

apare pur şi simplu ca o dată fără înţeles. Când se ştie semnificaţia acestui şir, el devine informaţie. Pentru a transforma datele în informaţii trebuie să existe o anumită cunoaştere. De exemplu, se poate aplica algoritmul de mai jos pentru prelucrarea datei de mai sus:

- grupează cifrele câte două;
- ignoraţi orice grup de două cifre mai mic de 31;
- înlocuiţi grupele de două cifre cu caracterele ASCII corespunzătoare.

În acest caz, prin aplicarea algoritmului, se obţine informaţia: AUR14K+.

Abia acum putem aplica acestei informaţii o cunoaştere concretizată în regula:

Dacă AUR are peste 14K
şi preţul este în creştere (+)
Atunci cumpără AUR.

Chiar dacă din figura nr. 3.1 nu rezultă în mod explicit, expertiza este un tip specializat de cunoaştere de care dispun experţii în sensul că nu se află în surse publice (cărţi, publicaţii...), ci este o cunoaştere implicită, care aparţine expertului uman şi de la care trebuie extrasă, colectată, făcută explicită, astfel încât să se poată formaliza, codifica în baza de cunoştinţe a sistemului expert.

La ultimul nivel, cel mai abstract, se află *metacunoaşterea*. În acest termen prefixul "meta" semnifică "deasupra" (cunoaşterii). În această accepţiune, metacunoaştere înseamnă cunoaştere despre cunoaştere şi expertiză. Cu ajutorul metacunoaşterii un sistem expert poate avea cunoaştere din câteva domenii diferite, caz în care metacunoaşterea va arăta care bază de cunoştinţe (modul de cunoaştere) se aplică fiecărui domeniu. Se înţelege că metacunoaşterea poate fi utilă, de exemplu, pentru a decide care grup de reguli dintr-un anumit domeniu este mai potrivit.

Scanned with OKEN Scanner

Competenţa cunoaşterii este direct proporţională cu competenţa expertului în domeniu, de la care este extrasă dar şi cu valoarea celorlalte surse utilizate. În figura nr. 3.4. sunt date câteva tipuri de cunoaştere, care provin din una sau mai multe surse.

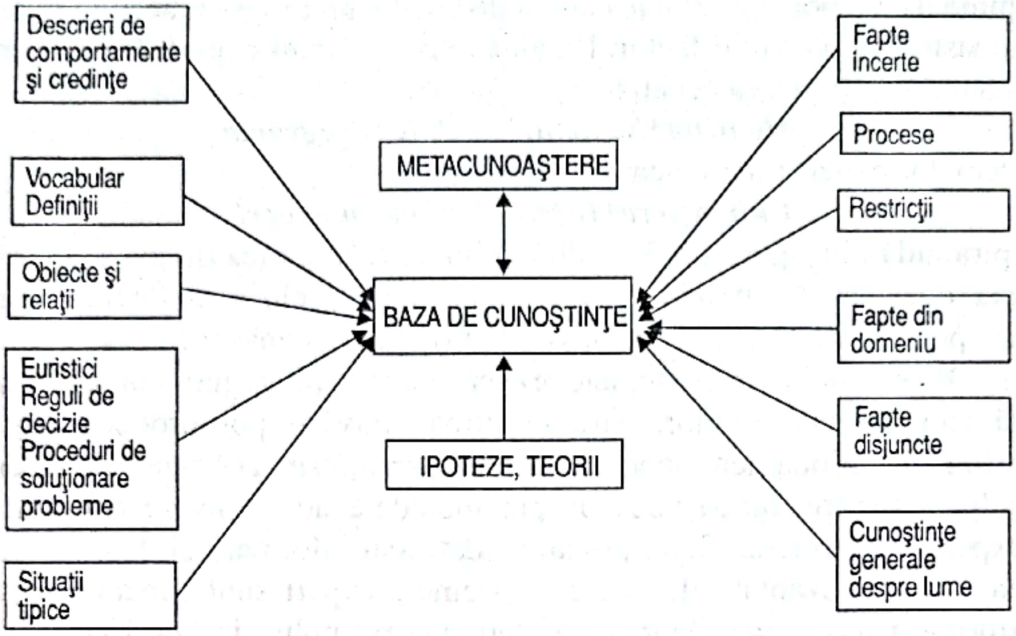


Fig. nr.3.4. *Tipuri de cunoaşte şi surse de provenienţă*

Din această figură se desprinde că sursele cunoaşterii sunt de două tipuri:
- documentate (cărţi, grafice, hărţi, filme, baze de date etc.);
- nedocumentate, expertul uman.

Cunoaşterea poate fi identificată şi colectată cu ajutorul simţurilor umane sau poate fi achiziţionată cu ajutorul maşinilor. Multitudinea surselor şi tipurilor cunoaşterii contribuie la complexitatea metodelor de achiziţie şi fomalizare a cunoaşterii.

Există două niveluri ale cunoaşterii : a) cunoaştere superficială şi b) cunoaştere profundă.

Cunoaşterea superficială se referă la reprezentarea numai a nivelului vizibil, de la suprafaţă, al cunoaşterii în legătură cu situaţii foarte particulare. De exemplu, dacă nu există bani în cont, nu se poate efectua o plată. Cunoaşterea de suprafaţă poate limita abilitatea sistemului expert în oferta de explicaţii pentru utilizator deoarece poate fi insuficientă în descrierea situaţiilor mai complexe. Din acest motiv se cere o cunoaştere mai profundă. Profunzimea este cea de a doua caracteristică a cunoaşterii, după competenţă.

Cunoaşterea profundă (de adâncime) este aceea pe care se sprijină soluţia problemei. Ea se referă la structura internă şi cauzală a sistemului, cu luarea în considerare a interacţiunilor dintre componentele sistemului expert. Asemenea cunoaştere poate fi aplicată diferitelor activităţi, în diferite situaţii şi are la bază un corp complet integrat şi coerent de conştienţă umană, care include emoţii, intuiţii şi bun simţ.

Se înţelege că această cunoaştere este dificil de informatizat. Proiectantul de sisteme expert trebuie să înţeleagă perfect elementele de bază şi interacţiunile problemelor din lumea reală. Există posibilitatea informatizării unei reprezentări a cunoaşterii mai profunde decât cunoaşterea superficială cu metode şi tehnici cum sunt cadrele şi reţelele semantice, sigurele care permit abstractizarea şi analogia.

Scanned with OKEN Scanner

Este ştiut că raţionamentul prin abstracţie şi analogie este o activitate importantă a expertului. Un tip de expertiză reprezentat cu ajutorul cunoaşterii profunde este instruirea (tutoring), care are drept scop să permită studenţilor să observe cunoaşterea de natura conceptelor, abstracţiilor, analogiilor şi strategiile de rezolvare a problemelor.

Cunoaşterea declarativă, datorită puterii sale descriptive (arată faptele) este considerată cunoaştere de suprafaţă. Informaţiile prezentate în protocoale de către experţi sunt transformate în cunoaştere declarativă. Este importantă în fazele iniţiale ale achiziţiei cunoaşterii.

Cunoaşterea procedurală, deoarece ia în considerare maniera în care se petrec lucrurile sub diferite contexte, poate include explicaţii şi implică proceduri folosite în procesul de rezolvare a problemelor. Este mai profundă întrucât ne spune cum se utilizează cunoaşterea declarativă şi cum se fac inferenţele. De exemplu:

Calculaţi raportul dintre preţul şi câştigul pe o acţiune:

Dacă raportul este mai mic decât 12, atunci opriţi investiţia de portofoliu. Este prea riscantă.

Dacă raportul este mai mare decât 12, atunci controlaţi bilanţul şi faceţi investiţia.

Este clar că cunoaşterea procedurală include pas-cu-pas secvenţele şi tipurile de instrucţiuni despre ce trebuie făcut ca să se obţină soluţia şi implică un răspuns automat la stimuli.

Metacunoaşterea este de asemenea cunoaştere profundă întrucât se referă la cunoaşterea despre operarea sistemelor bazate pe cunoaştere sau despre posibilităţile de raţionament.

Există autori care disting tipurile de cunoaştere în raport cu originea ei şi anume:

- cunoaştere specifică domeniului expertizei;
- cunoaştere specifică cazului utilizatorilor şi rezultatelor intermediare sau finale.

În practică, criteriul de clasificare a cunoaşterii în conformitate cu utilizarea sa (cunoaştere factuală, cunoaştere de control, cunoaştere de derivare) controlează utilizarea cunoaşterii factuale, iar cunoaşterea de control (metaregulile) controlează utilizarea cunoaşterii de derivare. Cunoaşterea specifică cazului utilizatorului şi rezultatelor intermediare sau finale constă din cunoaştere factuală. Experţii oferă nu numai cunoaştere factuală, ci şi celelalte forme de cunoaştere.

Profesorul Louis Pau introduce o clasificare foarte utilă în formalismele de reprezentare (figura nr. 3.5).

	Reţele semantice	Reguli	Logica	Cadre/obiecte
DOMENIU	noduri/arce	fapte	certitudine	cadre/obiecte
ACŢIUNE	noduri/arce, grafuri	reguli	reguli de verficare a inferenţelor	cadre/obiecte
CONTROL	noduri/arce, grafuri	metareguli. Motor de inferenţe	metacunoaşterea	ataşament procedural

Fig. nr.3.5. *Tipuri de cunoaştere şi reprezentarea în formalismele de bază*

Este vorba de *cunoaşterea asociată domeniului*, pentru descrierea obiectelor şi relaţiilor dintre ele, *cunoaşterea asociată acţiunilor* (operaţiilor), permise sau posibile

asupra obiectelor şi relaţiilor descrise în domeniu, şi în fine *cunoaştera de control* sau pentru selecţia şi programarea acţiunilor în domeniu. Aceasta din urmă poate fi văzută ca o abstracţie a raţionamentului prin care expertul soluţionează probleme.

Cunoaşterea, ca act intelectual sau informaţie latentă, descriptivă şi definitorie, depozitată în structurile de memorare are un caracter individual, se justifică din punct de vedere cauzal, iar prin teoria ştiinţifică obţine valoare de adevăr şi se obiectivizează.

Cunoaşterea suportă un proces continuu de rafinare deoarece este întotdeauna parţială sau incompletă. De studiul cunoaşterii se ocupă numeroase discipline ştiinţifice din propriul lor unghi de vedere. Pentru scopul urmărit în lucrarea noastră este mai relevantă ideea de transpunere a conceptului de cunoaştere de la subiecţii cunoscători de tip uman la subiecţii de tip program pentru calculator, deci de la psihologia gândirii la sistemele bazate pe cunoştinţe.

Conchidem că, pe acest plan, informaţia latentă, obiectivă, cu caracter de generalitate în care intră definiţiile, legile, regulile, conceptele şi clasificările formează ceea ce se numeşte cunoaştere. Cunoaşterea este achiziţionată prin procese de învăţare, observare a realităţii, abstractizare şi obiectivizare prin rafinare permanentă.

3.2. METODE DE REPREZENTARE A CUNOAŞTERII

Gândirea despre reprezentarea cunoaşterii se concentrează în jurul a trei teme: domeniul cunoaşterii, limbajul de reprezentare a cunoaşterii şi mecanismele de inferenţă.

Domeniul cunoaşterii are în vedere ceea ce trebuie reprezentat din domeniul problemei. De exemplu, în domeniul economic şi al gestiunii se include cunoaşterea despre:

1- Obiecte reale (agenţi economici, indicatori, bunuri patrimoniale, evenimente, procese/fenomene etc.) împreună cu proprietăţile lor;
2- Stări psihologice sub formă de judecăţi, dorinţe, opinii, aserţiuni, credinţe, inclusiv judecăţi despre încrederea într-o piesă de cunoaştere dată;
3- Regulamente (norme), politici şi strategii ale întreprinderii sau alte proceduri de lucru;
4- Contexte despre evenimente sau procese, medii de activitate sau mulţimi presupuse;
5- Planuri şi programe focalizate spre anumite obiective;
6- Timpii de desfăşurare a acţiunilor, planurilor, programelor;
7- Relaţiile implicate de către toate obiectele de mai sus (1–6) cum sunt:
- tranzacţiile de orice tip dintre agenţii economici sau dintre agenţi şi instituţii;
- ierarhii dintre obiecte şi clase de obiecte;
- regulamente şi/restricţii instituţionale cu privire la planuri, programe şi decizii;
- relaţii temporale de genul "în timpul", "înainte", "după", cu referire la acţiuni, procese şi evenimente de natură economică.

Limbajul de reprezentare a cunoaşterii ne arată cum trebuie şi cu ce metode sau modele trebuie reprezentată cunoaşterea.

Mecanismele de inferenţă se referă la prelucrările cele mai adecvate a cunoaşterii din domeniu în scopul derivării (inferării) unor noi piese de cunoaştere, cele mai relevante pentru soluţionarea problemelor.

Scanned with OKEN Scanner

Metodele de reprezentare a cunoaşterii sunt numeroase, ele s-au dezvoltat în timp şi utilizează concepte şi/sau abordări specifice problemei. Toate au însă două caracteristici comune:

- admit utilizarea mai multor limbaje de programare existente sau a generatoarelor de sisteme expert, iar rezultatul este memorat;
- prin conţinutul lor, rezultatele reprezentării (fapte, reguli, cadre, obiecte...) se pot utiliza în mecanismele de raţionament.

Este important să ne imaginăm fiecare model de reprezentare a cunoaşterii specific unei metode ca pe o *structură de cunoaştere* ce poate fi manipulată de către procesorul de inferenţe în activităţile sale de comparare şi/căutare a soluţiei.

Metodele de reprezentare a cunoaşterii se clasifică în funcţie de modelul specific în: metode declarative şi metode procedurale.

O metodă este declarativă dacă se utilizează la reprezentarea faptelor şi/aserţiunilor. O metodă este procedurală dacă se utilizează la reprezentarea acţiunilor sau procedurilor.

Metodele declarative includ reţelele semantice, cadrele/obiectele structurate şi logica predicatelor (calculul predicatelor).

Metodele procedurale includ regulile de producţie.

Pe lângă acestea mai există şi alte metode, adesea utilizate în dezvoltarea sistemelor expert de gestiune: scenarii, liste, tabele de decizie, arbori decizionali, restricţii, reţele Petri stocastice, reţele neuronale etc.

3.2.1. Metoda regulilor de producţie

Metoda regulilor de producţie este cea mai folosită metodă de reprezentare a cunoaşterii în sistemele expert. S-a dovedit foarte eficace pentru reprezentarea recomandărilor, directivelor sau strategiilor atunci când cunoaşterea de reprezentat se referă la experienţa de rezolvare a problemelor dintr-un domeniu particular.

Conform acestei metode, o regulă de producţie are două părţi: partea de IF şi partea de THEN, care stabilesc o relaţie ce reprezintă scopul regulii.

Pentru descrierea relaţiei IF–THEN (DACĂ–ATUNCI) s-au stabilit câteva perechi de termeni:

<antecedent><consecinţă>
<condiţie><acţiune>
<premisă><concluzie>

Uneori, simbolul implicaţiei (→) se utilizează în locul relaţiei IF–THEN în felul următor:

<antecedent> → *<consecinţă>*

Conform modelului cel mai general, o regulă de producţie se poate scrie cu sintaxa:

Scanned with OKEN Scanner

DACĂ(IF)

condiţie1 ♦
condiţie2 ♦
....

ATUNCI(THEN)

concluzie1 ♦
concluzie2 ♦
....

ALTFEL(ELSE)

concluzie'1 ♦
concluzie'2 ♦
.....

unde:

condiţie1, condiţie2... sunt antecedentele sau premisa;
concluzie1, concluzie2... sunt acţiunea sau consecinţa;
♦ reprezintă conectorul logic (AND, OR, NOT);
concluzie'1, concluzie'2... sunt acţiuni sau concluzii în situaţia în care condiţiile din partea de IF nu sunt adevărate.

În conformitate cu acest model, partea de THEN se va executa dacă partea de IF este adevărată, iar partea de ELSE se execută în caz contrar. Conectorul logic se poate utiliza în toate cele trei părţi ale unei reguli.

Iată câteva exemple de reguli de producţie.

R1: *IF numărul de zile <5*
THEN efectuaţi livrarea în 24 ore

R2: *IF persoana are salariu*
THEN persoana este salariat

Acţiunea/concluzia din regulă se va executa numai dacă este îndeplinită (adevărată) premisa din IF. Regulile pot utiliza şi conectorii logici. De exemplu:

R3: *IF persoana este salariat AND*
persoana are un venit diferit de salariu
THEN venitul trebuie declarat

R4: *IF persoana nu are salariu OR*
persoana nu are pensie OR
persoana nu are alt venit minim stabilit
THEN persoana este şomer

În regula R3 partea de IF utilizează conectorul AND pentru a lega între ele două condiţii, ambele trebuie să fie adevărate pentru a se executa acţiunea THEN. În regula R4 cel puţin una dintre condiţiile din IF trebuie să fie adevărată pentru a se executa acţiunea din THEN.

În principiu, regulile pot conţine orice număr de enunţuri conectate cu AND şi/OR în partea de IF. Pentru ca o regulă AND să fie adevărată toate condiţiile din IF trebuie să fie adevărate. Pentru ca o regulă OR să fie adevărată trebuie ca cel puţin un enunţ conectat cu OR să fie adevărat.

Scanned with OKEN Scanner

Reprezentarea exactă a cunoaşterii dintr-un domeniu particular necesită un număr mare de reguli, ca să poată fi surprinse toate detaliile. Numărul regulilor este direct proporţional cu complexitatea cunoaşterii/expertizei.

Regulile sunt în mod uzual intercorelate în sensul că acţiunea sau concluzia dintr-o regulă se pot găsi în premisa sau antecedentele altei reguli. În acest caz, acţiunea finală va implica o înlănţuire a regulilor în liniile de raţionament. De exemplu:

R5: *IF (clientul are un cont)*
AND (contul nu a fost utilizat 90 zile)
THEN (marchează contul cu "inactiv")

R6: *IF (contul este "inactiv")*
THEN (anunţă clientul pentru a restabili relaţia de afaceri)

R7: *IF (clientul nu mai doreşte afaceri)*
THEN (şterge clientul din baza de date)

În acest exemplu, regulile R5, R6 şi R7 sunt intercorelate în sensul că R6 este invocată numai dacă R5 este adevărată, iar R7 se invocă numai dacă R6 este adevărată. Toate aceste reguli stabilesc un lanţ de acţiuni, care poate fi parcurs într-un sens sau altul, înainte sau înapoi, pentru controlul inferenţelor.

De când experţii îşi formulează cunoaşterea sub formă de reguli, acestea au devenit cel mai extins model de reprezentare. Divizarea cunoaşterii în fragmente sau piese de cunoaştere face ca baza de cunoştinţe să fie organizată modular astfel încât poate fi uşor modificată.

Adaptabilitatea formalismului regulilor la specificul domeniilor aplicative determină un compromis între puterea lor expresivă şi eficienţă. Este relativ uşor de extins regulile şi pentru reprezentarea incertitudinii sau a cunoaşterii incomplete prin includerea de aserţiuni despre imprecizie şi excepţii sau prin ajustarea puterii de expresie a regulilor conform cerinţelor problemei din domeniu.

În funcţie de acţiunile din reguli pot exista două tipuri de reguli:

- reguli cu implicaţie;
- reguli cu instrucţiuni.

Regulile cu implicaţii au caracteristic derivarea sau inferarea adevărului acţiunii. De exemplu:

R8: *IF Ionescu este contabil AND*
Anghelescu este contabil
THEN Ionescu şi Anghelescu pot lucra în contabilitate

Regulile cu instrucţiuni se obţin prin derivare, schimbări sau modificări în baza de cunoştinţe. De exemplu:

1. Baza de fapte iniţială:
Contul 30001 este cont-de-stocuri
Operaţia este intrare-de-materiale
Contul 30001 este cont-de-activ

2. R9: *IF operaţia este intrare-de-materiale AND*
contul 30001 este cont-de-activ
THEN contul 30001 se debitează

3. Baza de fapte finală (în urma execuţiei regulii R9) conţine un fapt nou:
Contul 30001 se debitează

Scanned with OKEN Scanner

Tipologia regulilor are în vedere marea varietate a formelor cunoaşterii de reprezentat astfel:

Reguli de cauzalitate
IF Venituri < Cheltuieli
THEN Rezultat=Pierdere
Reguli de recomandare
IF Produsul-A nu se vinde pe Piaţa1
THEN Încercaţi promovarea pe Piaţa2
Reguli directivă
IF Produsul-A nu se vinde pe Piaţa1
AND Preţul este prea mare
THEN Practicaţi un preţ mai redus
Reguli strategice
IF Piaţa1 este suprasaturată
THEN Cercetaţi Piaţa2 OR
Cercetaţi Piaţa3
Reguli euristice:
IF Produsul-A nu se vinde
AND Preţul este redus la minimum
THEN Piaţa1 este suprasaturată

Regulile pot fi clasificate şi în funcţie de natura funcţiei informatizate cu sisteme expert, astfel:

- reguli pentru probleme de interpretare;
- reguli pentru probleme de diagnostic;
- reguli pentru probleme de planificare;
- reguli pentru probleme de proiectare etc.

Atunci când în anumite aplicaţii trebuie executată aceeaşi operaţie asupra unui set de obiecte similare se poate scrie câte o regulă pentru fiecare obiect (soluţie neavantajoasă din cauza dificultăţii întreţinerii sistemului) sau se poate scrie o singură regulă cu variabile (soluţia cea mai eficientă).

De exemplu:
IF Cosma Dan este salariat;
AND Cosma Dan a depăşit vârsta de 65 ani;
THEN Cosma Dan se poate pensiona.

Asemenea reguli trebuie scrise pentru fiecare persoană ajunsă la vârsta de pensionare. În situaţia în care vârsta de pensionare se schimbă se vor face modificări în toate regulile, rezultând întreţinerea greoaie a sistemului. Evitarea acestei dificultăţi se realizează prin **utilizarea regulilor cu variabile**. De exemplu:

IF ?x este SALARIAT
AND ?x are VÂRSTA > 65
THEN ?x se poate pensiona

Această regulă caută în baza de cunoştinţe faptele care satisfac cele două condiţii din premisă, pentru fiecare dintre salariaţi, iar dacă acestea sunt găsite se conchide că salariaţii respectivi se pot pensiona.

Scanned with OKEN Scanner

Regulile cu variabile constituie o modalitate eficientă de procesare a cunoaşterii. Se va scrie o singură regulă în locul unui set pentru aceeaşi operaţie, fapt care determină codificarea şi întreţinerea uşoară a cunoaşterii.

Regulile cu variabile permit captarea directă a cunoaşterii de la experţi. Pe exemplul cazului anterior se poate presupune că expertul a formulat următoarea aserţiune:

"Dacă oricare dintre salariaţi depăşeşte vârsta de 65 de ani, atunci el sau ea se va putea pensiona".

Sistemele expert bazate pe cadre folosesc asemenea reprezentări pe scară largă.

În situaţia în care un expert stabileşte o asociere inexactă între premisele şi concluziile unor raţionamente intervine **necesitatea utilizării regulilor cu factori de certitudine.**

Exemplu:

IF Inflaţia este mare;

THEN Aproape sigur ratele dobânzilor sunt mari.

Expresia "aproape sigur" introduce incertitudinea. Pentru a capta încrederea expertului în această judecată se poate utiliza factorul de certitudine ales de pe o scală adecvată.

Exemplu, pentru scala [0,1].

IF Inflaţia este mare;

THEN Ratele dobânzilor sunt mari FC=0,9.

Pe scala [0,1], zero înseamnă incertitudine absolută, iar 1 înseamnă certitudine absolută.

În timpul execuţiei bazei de reguli, dacă se constată că inflaţia este mare, sistemul va conchide că ratele dobânzilor sunt "aproape sigur mari" prin asignarea valorii FC=0,9 acestui fapt. Menţionăm că lucrul cu incertitudinea şi/imprecizia prezintă numeroase alte aspecte pe care le vom trata într-un paragraf separat.

Adesea, când soluţionează o problemă, un expert va utiliza şi cunoaşterea care dirijează sau monitorizează obţinerea soluţiei. Această cunoaştere diferă de aceea care caracterizează domeniul problemei. Este o cunoaştere de nivel superior, mai generală, care utilizează cunoaşterea din domeniul problemei pentru a determina cea mai bună metodă de soluţionare. Acest tip de cunoaştere se numeşte **metacunoaştere**.

Specialiştii arată că metacunoaşterea reprezintă cunoaşterea despre folosirea şi controlul cunoaşterii într-un domeniu particular. În sistemele expert, metacunoaşterea se reprezintă cu ajutorul **metaregulilor**. De aceea, despre metaregulă se spune că reprezintă regula care descrie cum pot fi utilizate alte reguli. O metaregulă stabileşte strategiile de utilizare a regulilor specifice unui domeniu aplicativ şi nu stabileşte nici un fel de concluzii.

De exemplu:

IF SALARIAT nu-şi îndeplineşte atribuţiile;

AND SALARIAT nu are vârsta pensionării;

THEN Aplică regulile pentru recalificare;

OR Aplică regulile pentru sancţionare.

Metaregulile arată o direcţie către care se îndreaptă raţionamentul sistemelor expert în timpul sesiunii de consultare. Ele pot fi utilizate şi pentru creşterea eficienţei

Scanned with OKEN Scanner

sistemelor inteligente prin selecţia unei metode de raţionament, considerată cea mai promiţătoare într-un anumit context dat.

Pe baza experienţei sale, un expert îşi poate elabora mai multe **seturi de reguli** care pot fi aplicate în vederea soluţionării problemelor. Un set de reguli poate fi utilizat la o problemă dată, alt set poate fi folosit pentru o altă problemă din acelaşi domeniu ş.a.m.d.

Un set dat de reguli reflectă priceperea expertului, însă alegerea şi utilizarea unor seturi diferite de reguli dovedesc performanţa, competenţa raţionamentelor sale.

Deseori, numai regulile nu sunt suficiente pentru a dovedi performanţă de expert, de aceea o strategie de utilizare a unui set sau altul de reguli în funcţie de context este întotdeauna necesară, pentru a dovedi performanţa în domeniu.

Organizarea şi utilizarea seturilor de reguli pot fi prezentate în manieră ierarhică, ca în figura nr. 3.6.

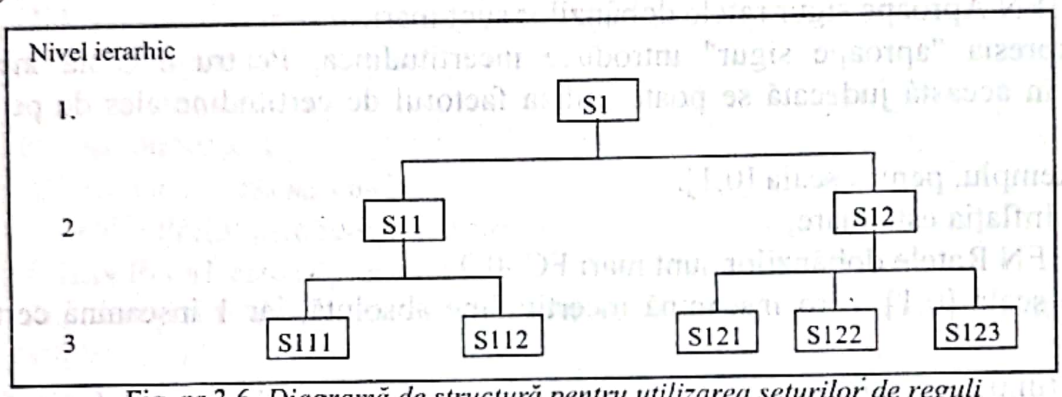


Fig. nr.3.6. *Diagramă de structură pentru utilizarea seturilor de reguli*

Blocurile din partea de sus a ierarhiei conţin seturi de metareguli (S1, S11, S12) şi servesc pentru direcţionarea (monitorizarea) raţionamentelor sistemului către investigaţii mai detaliate realizate/permise de seturile corespunzătoare blocurilor de la nivelul inferior (S111, S112, S121, S122, S123). Acest tip de structură modulară oferă o ordine naturală de utilizare a unor seturi de reguli şi propune abordarea descendentă (TOP-DOWN) a soluţionării problemelor, atunci când sunt considerate potrivite seturile de reguli în rezolvările indicate de expert. Avantajul principal al unei asemenea abordări constă în faptul că metaregulile şi seturile de reguli constituie o abordare naturală a problemelor complexe. Un alt avantaj constă în faptul că uşurează dezvoltarea şi întreţinerea sistemelor în manieră similară proiectării modulare din programarea clasică. Modulele vor putea fi construite şi testate separat, după care se trece la integrarea sistemului. În fiecare modul se vor putea "programa" diferite modele de reprezentare a cunoaşterii şi strategii inferenţiale proprii.

Am constatat până acum că metoda regulilor de producţie operează cu două tipuri de structuri de cunoaştere: fapte şi reguli.

Faptele sunt aserţiuni despre un anumit aspect al obiectelor sau relaţiilor de reprezentat. Ansamblul faptelor memorate în sistemul expert se numeşte *baza de fapte*. Faptele sunt accesibile şi general acceptate de către unul sau mai mulţi experţi în domeniu.

Scanned with OKEN Scanner

Regulile arată legăturile dintre fapte în funcţie de care se pot desfăşura procesele inferenţiale. Ele se înregistrează în *baza de reguli* într-o ordine nesemnificativă. Regulile reflectă judecăţile expertului în prelucrarea faptelor şi modul cum se pun în relaţie pentru a ajunge la concluzii sau acţiuni.

Calitatea procesului inferenţial este în legătură directă cu existenţa tuturor faptelor în baza de fapte şi modul în care acestea reflectă realitatea cu toate modificările intervenite.

În funcţie de domeniul aplicativ şi condiţiile de utilizare a sistemului expert, faptele se introduc în sistem pe următoarele căi:

- introducere la consolă înaintea declanşării procesului inferenţial;
- în timpul sesiunii de utilizare, după declanşarea procesului inferenţial prin solicitarea lor de la utilizator;
- prin consultarea unei baze de date proprii sau din alte aplicaţii informatice;
- prin preluare de la diferiţi senzori cu care sistemul expert este interfaţat.

Pot exista *fapte permanente*, cele care descriu fondul comun de cunoştinţe din domeniul expertizei, şi *fapte temporale*, cele care descriu problema de soluţionat şi contextul acesteia. Ele se păstrează în sistem numai până la terminarea sesiunii de consultare.

Asupra bazei de fapte, în timpul proceselor inferenţiale, au loc operaţiile: introducerea, scoaterea, modificarea unor fapte.

Asupra bazei de reguli se pot efectua operaţii de introducere, scoatere şi modificarea unor reguli, respectiv activarea sau dezactivarea regulilor.

Partea de acţiune din reguli poate preciza oricâte asemenea operaţii şi în plus chiar operaţii de iniţiere a execuţiei unor programe externe pentru:

- efectuarea unor calcule în vederea atribuirii de valori unor simboluri;
- modificarea strategiei de control în funcţie de procesele decizionale, altele decât cele implementate în sistemul expert.

În aceste condiţii, folosirea metodei regulilor de producţie impune construirea tuturor pieselor de cunoaştere, cu structuri adecvate bazei de fapte şi bazei de reguli, pornind de la elementele obţinute în faza de colectare a cunoaşterii, construirea unor liste cu parametrii formali pentru programele externe apelate şi respectiv construirea unor contexte locale ca memorie de lucru (spaţiu de lucru temporar sau agenda, cum este numită de mai mulţi autori).

În toate cazurile, metoda regulilor de producţie se bucură de succes deosebit tocmai datorită simplităţii faptelor şi regulilor, modularităţii, formatului liber şi naturaleţii transpunerii cunoaşterii în reguli despre starea şi comportamentul sistemelor din lumea reală.

Sistemele expert bazate pe reguli se bucură de o autonomie ridicată deoarece regulile pot fi tratate ca piese de cunoaştere independente, fără să fie necesară analiza efectului lor asupra altor reguli.

Pe măsura acumulării cunoaşterii, sistemele expert îşi diminuează performanţele dacă se schimbă tipul problemei de rezolvat. Un alt factor care diminuează eficienţa îl constituie faptul că execuţia acţiunilor are loc după anumite etape specifice ciclului de bază al mecanismului inferenţial.

Scanned with OKEN Scanner

Cel mai bine, regulile de producţie corespund aplicaţiilor din domeniile în care cunoaşterea este factuală, iar secvenţele de acţiuni pot fi predeterminate ori în procesele care se descriu prin acţiuni independente, fără să fie necesară stabilirea unui flux de control.

Cauzele care duc la diminuarea perfomanţelor sistemelor bazate pe reguli se pot elimina prin măsuri de organizare a bazei de fapte, a bazei de reguli şi introducerea unor măsuri de accelerare a procesului inferenţial.

3.2.2. Metoda reţelelor semantice

Metoda reţelelor semantice este prima sub aspect cronologic din grupa metodelor de transfer succesoral a cunoaşterii, toate de esenţă declarativă. Ea se bazează pe un model cu structură în reţea, considerat din punct de vedere conceptual ca un mijloc grafic important de reprezentare a cunoaşterii[33].

O reţea semantică este un graf orientat în care cunoaşterea este reprezentată prin asocierea la noduri şi arce a semnificaţiei sau semanticilor. Se ajunge astfel la interpretarea în termeni de obiecte/entităţi şi relaţii a domeniului problemei.

În formalizarea cunoaşterii printr-o reţea semantică, cea mai frecventă interpretare este următoarea: nodurile sunt asociate obiectelor (concepte, evenimente ...) din domeniu, iar arcele sunt asociate legăturilor sau relaţiilor dintre obiecte. Astfel, două obiecte din domeniul problemei sunt în legătură directă dacă două noduri care le corespund într-un graf sunt conectate printr-un arc.

În mod obişnuit se practică o anumită modalitate de etichetare a nodurilor şi arcelor astfel încât diferitele tipuri de obiecte din domeniu şi relaţiile dintre ele pot coexista în acelaşi graf fără ambiguităţi.

Caracteristica de bază a unei reţele semantice constă în aceea că oferă un formalism de reprezentare a cunoaşterii împreună cu o structură de regăsire a cunoaşterii. Obiectele care au legături cu un obiect dat pot fi găsite prin urmărirea legăturilor care pleacă de la nodul asociat lui în reţea. În acest fel se poate formaliza şi conceptul de raţionament. În reprezentarea prin reţele semantice *raţionamentul* înseamnă căutarea unei căi dintre nodurile grafului folosind cunoaşterea disponibilă din domeniu.

Algoritmii de căutare a căilor dintr-un graf se pot utiliza ca bază pentru implementarea unui program de navigare în reţea.

Reţelele semantice pot fi utilizate la achiziţia cunoaşterii generale şi a cauzalităţii. În felul acesta pot exista reţele numite *de cauzalitate* şi *grafuri de dependenţă*, foarte utile pentru formalizarea cunoaşterii în sistemele expert de gestiune.

În *reţelele de cauzalitate*, semnificaţiile asociate nodurilor şi arcelor pot să difere în funcţie de problema de soluţionat. Nu există o manieră standard de utilizare a reţelelor semantice[34].

Să vedem în continuare un model de reţea semantică de tip cauzal pentru macroeconomie, definit astfel:

---

[33] Zaharie, D., Nătase, P., *Sisteme expert de gestiune*, Editura ROMCART, Bucureşti, 1993, p. 46.

[34] Pau, L.F., *Economic and Financial Knowledge-Based Processing* Springer-Verlag, Berlin, 1990, 57.

Scanned with OKEN Scanner

- un set de stări în care fiecare stare se caracterizează printr-un set de atribute sau variabile, fiecare cu valoarea lor;
- un set de restricţii (logice, matematice, axiome şi reguli de inferenţă) ca relaţii dintre aceste stări;

Modelul economic se reprezintă ca o reţea semantică prin interpretarea nodurilor ca stări şi a arcelor ca restricţii (figura nr. 3.7). Stările sunt:

- consumul intern (CI);
- salariul indexat (SI);
- comenzile;
- profitul sectorului public şi privat (PSPP);
- importul (I);
- utilizarea capacităţilor de producţie (UCP);
- exportul (E);
- balanţa comercială (B);
- nivelul stocurilor (NS).

Legăturile sunt reprezentate prin arce cu săgeţi care indică relaţia de cauzalitate.

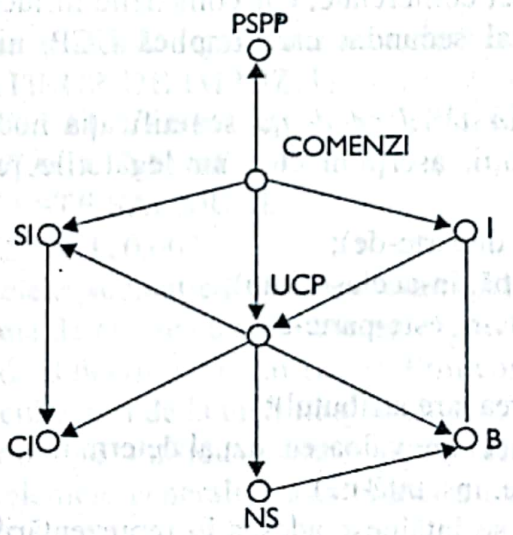


Fig. nr.3.7. *Reţea semantică de tip cauzal*

Reţelele semantice de tip cauzal reprezintă cauzalitatea în mod explicit, iar justificările privind influenţa unei stări asupra alteia se pot construi pe baza legăturilor dintre două stări. Prin utilizarea legăturilor cauzale sunt mai uşor de rezolvat problemele de gestiune, iar prin abstractizări matematice se pot explica rezultatele.

De fapt, dificultatea explicării semnificaţiei soluţiilor în termenii influenţei reciproce a cauzalităţilor a determinat folosirea reţelelor cauzale în locul relaţiilor matematice. Reţelele semantice captează cel mai bine distincţia dintre cauză şi efect. Legătura între obiecte se poate interpreta ca o legătură de tipul: "are o influenţă directă asupra". Cea mai importantă este direcţia legăturii dintre două obiecte. De exemplu, cunoaşterea că "I are o influenţă directă asupra lui B" diferă de cunoaşterea că "NS are o influenţă asupra lui B", conform figurii nr. 3.7 de mai sus.

Direcţia legăturii se defineşte cu ajutorul săgeţii de la nodul cauză către nodul efect, aceasta este foarte importantă în astfel de reţele.

Avantajele acestor rețele sunt:
- adecvarea foarte bună la achiziția cunoașterii cauzale incomplete;
- îmbunătățirea înțelegerii și/explicațiilor pe care trebuie să le ofere sistemul expert.

Rețelele de cauzalitate sunt mai flexibile în reprezentarea cunoașterii incomplete deoarece cunoașterea despre existența cauzalității dintre două stări se poate exprima ca o legătură directă fără altă obligație, iar dacă în viitor se cunoaște care stare este cauza și care va fi efectul imediat se poate adăuga o nouă legătură în rețea.

În această manieră, informațiile viitoare despre cauzalitate se pot capta ca atribute ale relației cauzale înseși, știut fiind că în relația cauzală unui nod i se asociază atribute sau stări, însăși legătura sau funcția poate fi considerată ca un obiect. Acest din urmă proces poartă numele de *reificare* (reification) și este obișnuit în reprezentarea cunoașterii.

Cauzalitatea este o relație tranzitivă. De exemplu, în figura nr. 3.6., anterioară, orice variație a stării COMENZI determină o variație a stării importuri (I). Deoarce între aceste două stări este o legătură directă se obține automat și variația stării balanței comerciale (B). În felul acesta se poate infera că o variație în comenzi determină o variație indirectă a balanței comerciale, dar comenzile influențează balanța comercială și printr-un mecanism cauzal secundar care implică UCP, nivelul stocurilor și eventual exporturile.

În cazul *grafurilor de dependență* semnificația nodurilor este dată de obiecte, stări psihologice, propoziții, aserțiuni etc., iar legăturile reprezintă relații dintre două obiecte și sunt de tipul:
- spațial (aproape-de, departe-de);
- timp (înainte-de, după, în-același-timp);
- posesie (este-un, este-o, este-parte-a);
- acțiune (dă, dă-la);
- atribuire (are valoarea, are atributul);
- presupunere (de obicei are valoarea, uzual determină);
- colecție (aparține-de, instanță-de).

Asemenea relații se întâlnesc adesea în reprezentările cunoașterii prin clasificări și grupări.

Relațiile de atribuire, de posesie și colecție se numesc *primitive semantice* și se utilizează intens în inferența prin moștenire.

De aceea, una dintre cele mai preferate rețele semantice este aceea în care se observă moștenirea proprietăților. O rețea semantică de acest tip este rețeaua în care, dacă ceva rezultat dintr-un nod este parte a ierarhiei atunci toate proprietățile nodului de la nivelul cel mai înalt sunt de asemeni proprietățile oricăruia dintre nodurile aflate pe nivelurile inferioare ale rețelei.

În reprezentătile ierarhice cu ajutorul rețelelor semantice se observă următoarele:
- existența moștenirii proprietăților;
- relația "este-un" ("is-a") și "instanță-de" ("instance-of") permit moștenirea proprietăților;
- relația "instanță-de" este o relație specifică unei instanțe de clasă, membrul unei clase de la nivelul superior al ierarhiei;

- relaţia "este-un" sau "este-o" reprezintă o subclasă a unei clase de pe nivelul superior.

De exemplu, reţeaua semantică din figura nr. 3.8 pentru un plătitor de impozite.

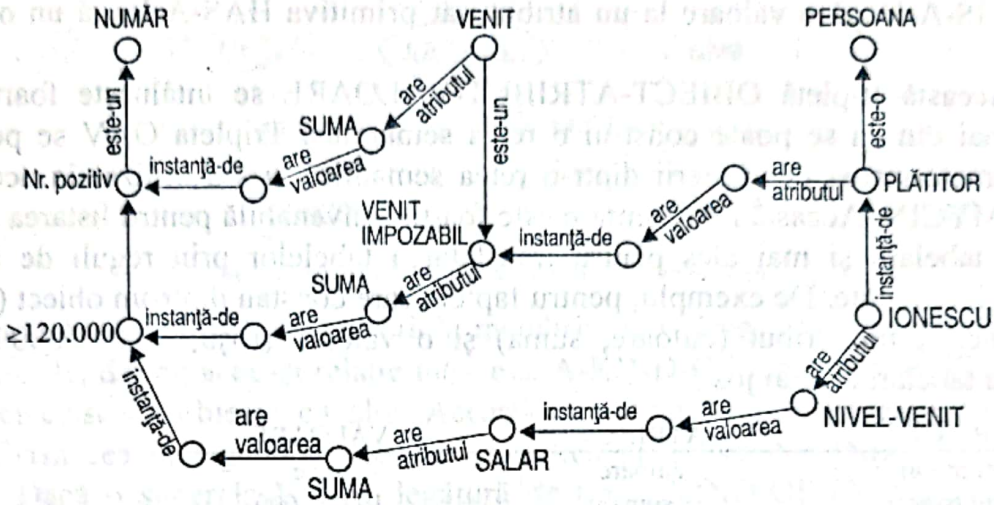


Fig. nr.3.8. *Reţea semantică pentru plătitorul de impozite*

Faptele reprezentate în această reţea semantică sunt:

IONESCU ESTE-UN PLĂTIROR-DE-IMPOZITE
PLĂTITORII-DE-IMPOZITE AU VENITUL UN NR.- POZITIV
SALAR ESTE-O-INSTANŢĂ-DE VENIT
VENITUL LUI IONESCU ESTE SALARIUL
VENITUL IMPOZABIL ESTE≥120.000

Se observă că reţelele semantice prezintă avantajul descrierii oricărui obiect, atribut sau concept sub formă de relaţie cu alte obiecte. Dezavantajul constă însă în faptul că nu există convenţii standard pentru construirea lor. Prin contrast, regulile de producţie au format standard cu particularizări de la un limbaj la altul.

Cantitatea de informaţie introdusă într-o reţea semantică depinde de tipul problemei de rezolvat. Problemele generale necesită mai puţine detalii decât problemele specifice.

Modelul grafic al unei reţele ne indică direct modul de reprezentare în memoria calculatorului. Atât obiectele, cât şi relaţiile sunt memorate în forma impusă de limbajul de reprezentare utilizat.

Un program inteligent pentru accesarea reţelei semantice începe dintr-un nod şi utilizează variate căutări şi comparări până când este localizată soluţia problemei, iar emularea raţionamentului are loc prin procesul numit *pattern matching* (compararea structurilor). Sistemele care folosesc această metodă sunt: Smalltalk şi CASNET (Causal Associational Network).

3.2.2.1. Metoda tripletelor obiect-atribut-valoare

Utilizarea metodei reţelelor semantice ridică acea problemă deosebită: inexistenţa notaţiilor standard pentru numele de relaţii (legături). De exemplu, în unele lucrări se utilizează primitiva "este-un" atât pentru relaţii generice, cât şi pentru relaţiile individuale

de tipul "instanță-de". În generatorul ART, IS-A leagă două clase de obiecte, iar INSTANCE-OF leagă obiectele individuale la o clasă. Se folosește, de asemenea, primitiva HAS-A sau HAS-PART-OF care leagă o clasă la o subclasă. Mai exact, primitiva IS-A leagă o valoare la un atribut, iar primitiva HAS-A leagă un obiect la un atribut.

Această tripletă OBIECT-ATRIBUT-VALOARE se întâlnește foarte frecvent încât numai din ea se poate construi o rețea semantică. Tripleta OAV se poate utiliza pentru caracterizarea cunoașterii dintr-o rețea semantică și s-a utilizat în acest scop în sistemul MYCIN. Această reprezentare este foarte convenabilă pentru listarea cunoașterii în formă tabelară și mai ales pentru translatarea tabelelor prin reguli de inducție în programe inteligente. De exemplu, pentru faptele care constau dintr-un obiect (automobil, credit bancar), un atribut (culoare, suma) și o valoare (roșu, 10.000.000 lei) se pot reprezenta tabelar, ca mai jos

OBIECT	ATRIBUT	VALOARE
automobil	culoare	roșie
credit bancar	suma	10.000.000

sau sub formă de rețea semantică cu numai două tipuri de relații:

- HAS-A de la obiect către atribut;
- IS-A de la valoare către atribut (figura nr. 3.9).

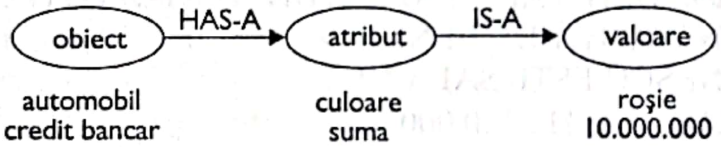


Fig. nr.3.9. *Rețea semantică pentru OAV*

Și regulile de producție pot fi exprimate în termenii OAV.

De exemplu:

R1: *IF semafor are culoarea roșie*
THEN automobilul se oprește

Atunci când numai un singur obiect trebuie reprezentat și nu se cere moștenirea proprietăților, cea mai simplă reprezentare poartă numele de *pereche atribut-valoare* sau simplu *AV* care devine suficientă. Combinația dintre atribut și valoare se numește *proprietate*.

Metoda OAV este utilă în special când trebuie reprezentate fapte și alte structuri pentru compararea faptelor dintr-o regulă. În aceste situații, rețeaua semantică are noduri pentru obiecte, atribute și valori, conectate cu legături de tip IS-A și HAS-A. De exemplu, figura nr. 3.10 pentru avioane:

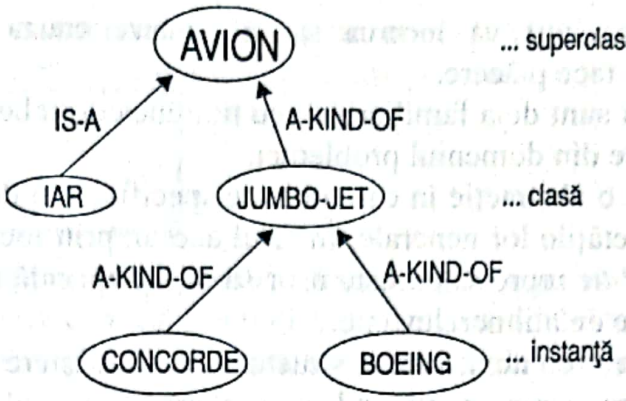


Fig. nr.3.10. *Reţea semantică pentru clasa avioanelor*

În acest exemplu IS-A se referă la membrii unei clase, adică un grup de obiecte de tipuri diferite, dar cu aceeaşi relaţie între ele. A-KIND-OF este relaţia utilizată pentru legarea unei clase de obiecte cu alta. Această primitivă leagă între ele numai noduri generice. Clasa cea mai generală pe care o indică primitiva A-KIND-OF se numeşte superclasă. Dacă o superclasă are o legătură de tip A-KIND-OF către alt nod, atunci aceasta este o subclasă a superclasei.

Întotdeauna obiectele unei clase pot avea unul sau mai multe atribute în comun. Pe această bază, în reţelele semantice s-au identificat legături de tip valoare cu primitiva IS-A şi legături de tip CAUSE care exprimă cunoaşterea cauzală. Şi în acest caz, moştenirea este instrumentul cel mai util în reprezentare deoarece elimină necesitatea repetării proprietăţilor comune obiectelor şi duce la economie de memorie.

3.2.2.2. Schema

Există mai multe încercări de corectare a deficienţelor reţelelor semantice spre deosebire de tripleta OAV, care reprezintă doar o alternativă.

Este vorba despre utilizarea logicii şi euristicii. Toate au dat însă rezultate necorespunzătoare şi din această cauză reţelele semantice nu sunt un instrument universal, recomandându-se doar pentru legături de tip binar, direcţionate.

Datorită faptului că într-o reţea semantică cunoaşterea se află în legături şi nu în noduri se spune despre acest formalism că are o cunoaştere cu structură vagă[35].

Termenul de structură a cunoaşterii este analog celui de structură de date şi se referă la o colecţie ordonată de cunoştinţe.

O *structură de cunoaştere profundă* conţine întotdeauna cunoaşterea cauzală, care explică de ce s-a obţinut un anumit rezultat şi în felul acesta intervine semantica sau semnificaţia cunoaşterii. Structura vagă se bazează numai pe sintaxă şi nu pe semantică.

Multe tipuri de cunoaştere din lumea reală nu se pot reprezenta prin structuri simple model reţea semantică, ci prin structuri de cunoaştere mai complexe.

În inteligenţa artificială, pentru descrierea structurilor de cunoaştere mai complexe decât reţelele semantice se utilizează termenul de *schema* sau *schemata*. Acest termen este împrumutat din psihologie, unde se referă la organizarea continuă a cunoaşterii sau răspunsurilor la stimuli a unui individ. Astfel, dacă un individ învaţă bine

---

[35] Giarratano, J., Riley, G., *op.cit*, p. 26.

Scanned with OKEN Scanner

relaţia cauză-efect (rezultat) va încerca să influenţeze cauza de fiecare dată când rezultatul sau efectul îi face plăcere.

Informaticienii sunt deja familiarizaţi cu noţiunea de schemă conceptuală cu care se reprezintă conceptele din domeniul problemei.

O schemă este o abstracţie în care obiecte specifice din domeniul problemei sunt clasificate după proprietăţile lor generale. În felul acesta, prin focalizarea pe proprietăţile generale ale obiectelor de reprezentat este uşor să se întreprindă raţionamente fără să fie sustrasă atenţia de către detalii nerelevante.

Schema, în acest context, este o structură de cunoaştere în care nodurile conţin înregistrări, fiecare înregistrare conţinând cunoaştere, date..., alte înregistrări sau chiar adrese către alte noduri. Se poate spune despre schema că este o structură internă, lucru care nu se poate spune despre reţelele semantice. Schema a stat la baza dezvoltărilor cum sunt cadrele şi obiectele în calitatea lor de modele de reprezentare a cunoaşterii complexe.

3.2.3. Metoda cadrelor şi scenariilor

Cadrele sunt un tip de schema utilizate în reprezentarea cunoaşterii. Alt tip de schema sunt scenariile, care prezintă o secvenţă ordonată în timp a cadrelor.

Propusă mai întâi ca o metodă pentru înţelegerea vederii artificiale şi a limbajului natural, cadrele oferă o structură de cunoaştere convenabilă pentru reprezentarea obiectelor tipice unei situaţii date. În particular, cadrele (frames) sunt utile pentru simularea cunoaşterii comune, foarte dificil de gestionat cu ajutorul calculatoarelor.

În timp ce reţelele semantice se bazează pe cunoaştere bidimensională, cadrele adaugă şi cea de a treia dimensiune, permiţând nodurilor să aibă structură. Această structură poate conţine valori sau alte cadre.

Caracteristica de bază a unui cadru constă în reprezentarea cunoaşterii despre un subiect limitat care posedă multă cunoaştere implicită. De aceea, această metodă este o bună opţiune pentru descrierea unui obiect/sistem în care se dau detalii despre componente şi relaţiile dintre ele, eventualele detalii viitoare despre componente se pot obţine prin examinarea structurii cadrelor.

Din acest punct de vedere, cadrele contrastează cu reţelele semantice care sunt utilizate pentru un larg spectru al cunoaşterii, însă întocmai ca la reţelele semantice nu există standarde pentru definirea cunoaşterii.

În prezent există suficiente limbaje care utilizează acest formalism: FRL, SRL, KRL, KEE, HP-RL, Units ş.a.

De exemplu, în limbajul FRL (Frame Reprezentation Language) obiectele se numesc cadre, iar proprietăţile lor se numesc sloturi (slots). Un slot are diferite faţete (facets), în total 6:

$value	pentru valoarea curentă
$require	pentru valoarea permisă valorii curente $value
$default	valoarea implicită, validă numai dacă $value nu există
$if_added	procedură ataşată, care se execută atunci când $value are o valoare
$if_removed	procedură ataşată care se execută când $value este vidă
$if_needed	procedură ataşată care se execută când este necesară o valoare în $value

Scanned with OKEN Scanner

Astfel, pentru a exprima faptul că un client a obţinut un credit în valoare de 10.000.000 lei se va scrie:

Frame	: credit
Slot	: sumă
Facet	: $value
Value	: 10.000.000

Pentru construirea unei ierarhii cu moştenire se utilizează un slot special predefinit cu numele AKO (A-KIND-OF), cu înţeles de "este-parte-a". De exemplu, pentru a spune că BOEING moşteneşte toate proprietăţile avioanelor JUMBO-JET vom scrie:

Frame	: BOEING
Slot	: AKO
Facet	: $value
Value	: JUMBO-JET

Unele tipuri de limbaje pentru cadre au şi alte faţete pentru o mai bună specificare a mecanismului moştenirii. Ele fac distincţie între obiectele generice (clase) şi obiectele individuale sau instanţele. Acest lucru determină divizarea sloturilor AKO din FRL în instanţe de tipul obiect individual→obiect generic şi subseturi de tipul obiect generic→obiect generic.

Cadrele nu descriu cunoaşterea pasivă, ci obiecte active capabile să efectueze operaţii pe cont propriu. Acest lucru determină o memorare mai economică a cunoaşterii faţă de alte metode deoarece proprietăţile obiectelor sunt inferate din ierarhiile de moştenire şi procedurile ataşate, fără să fie memorate în mod explicit.

Ideea obiectelor active are o rădăcină cognitivă pusă în evidenţă de Marvin Minsky în opera sa clasică despre cadre.

Problemele de planificare şi de diagnostic se pot rezolva cu modele de tip cadru. Şi strategiile de simulare au la bază ideea că obiecte active trimit mesaje şi se transformă ca rezultat al acţiunii mesajelor.

Utilitatea cadrelor se leagă de ierarhiile de obiecte cu moştenire, fapt care determină o structură complexă a cadrelor. În particular, metodele bazate pe cadre sunt foarte utile pentru reprezentarea cunoaşterii cauzale deoarece sloturile pot fi organizate după relaţia cauză-efect.

Până în prezent, ştim deja un lucru important: cadrele sunt destinate atât reprezentării cunoaşterii generice, cât şi a cunoaşterii specifice, iar legarea ierarhică a cadrelor se realizează cu primitivele amintite şi alte metode de tip succesoral.

Din exemplele date mai sus rezultă că un cadru are în principiu două părţi:

- nume cadru;
- setul de atribute asociate.

Fiecare atribut ocupă în cadru un loc numit slot sau rubrică. Fiecare slot are la rândul său un nume şi un spaţiu rezervat pentru înscrierea unei valori. Fiecare atribut are deci o valoare care se înscrie într-un loc numit faţetă. Cadrele instanţă dispun obligatoriu de o rubrică care defineşte tipul legăturii cu cadrele din structura imediat superioară.

În aplicaţiile de gestiune sunt cazuri în care cadrele trebuie asociate unei clase de obiecte sau unei categorii de situaţii. De exemplu, pentru gestiune în turism, cadrul generic "excursie" poate conţine rubrici pentru cunoaşterea despre o excursie (unde, când,

Scanned with OKEN Scanner

durata, modul de transport şi costul) la care se asociază alte cadre care indică excursii efective.

În asemenea situaţie, o structură de cadre se prezintă ca în schema din figura nr.3.11 În această figură, cadrul EXCURSIE se numeşte cadru prototip, iar cadrele VACANŢĂ şi AFACERI sunt cadre instanţe.

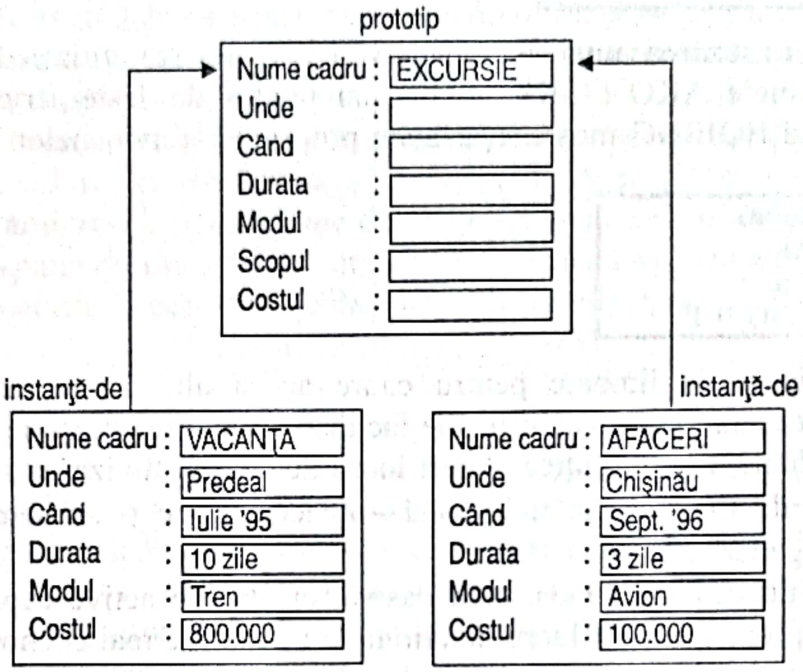


Fig. nr.3.11. *Schema de cadre cu două instanţe*

Fiecare rubrică (slot) poate avea orice număr de proceduri ataşate în scopul executării sarcinilor specifice menţionate. Cele mai comune tipuri de proceduri ataşate sunt: "if_added", "if_needed", "if_deleted".

Exemplul anterior indică un cadru generic numit EXCURSIE, cu rubrici vide, fără valori. Este permis acest lucru, el serveşte la reprezentarea mai flexibilă a obiectelor abstracte. De altfel, cadrele VACANŢĂ şi AFACERI puteau avea încă o rubrică numită antecedent în care să se înscrie numele cadrului excursie, singurul imediat superior din ierarhie. În limbajele de reprezentare acest lucru se realizează cu enunţuri specifice de tipul calificare:

(<nume-rubrică> OF <nume-cadru>)

Putem conchide că, prin ele însele, cadrele sunt bune la reprezentarea cunoaşterii declarative dar se pot utiliza şi pentru alte tipuri de cunoaştere, de exemplu cunoaştere procedurală. În această situaţie, cadrele pot reprezenta, de exemplu, diferite clase de reguli de producţie, în care fiecare clasă conţine un set de reguli. Această tehnică se utilizează în sistemele expert cu un mare număr de reguli în scopul accelerării procesului inferenţial.

Legarea cadrelor cu regulile de producţie a deschis calea bazelor de date inteligente[36], o metodă foarte promiţătoare în viitor pentru configurarea sistemelor de inteligenţă artificială.

---

[36] Andone, I., Ţugui, A., Baze de date inteligente în managementul firmei, Ed. Dosoftei, Iaşi, 1997.

Scanned with OKEN Scanner

Cadrele s-au creat iniţial ca paradigmă pentru reprezentarea cunoaşterii stereotipe; *stereotip*, în sensul că are trăsături bine definite (obiectul) aşa încât sloturile au valori implicite cunoscute dinainte.

În acest fel, reprezentarea cunoaşterii este mai uşor de înţeles decât limbajul logicii sau al regulilor de producţie.

Problemele majore care apar în sistemele expert bazate pe cadre sunt:

- nu limitează ştergerea sloturilor şi creează posibilitatea alterării cunoaşterii;
- multe cadre nu oferă o metodă de definire a rubricilor nealterabile;
- deoarece orice slot poate fi schimbat, modificat, proprietăţile pe care le moşteneşte un cadru se pot altera şi ele sau chiar elimina din ierarhie.

Cadrele modelează lumea reală prin utilizarea cunoaşterii generice pentru majoritatea atributelor obiectelor şi utilizarea cunoaşterii specifice pentru cazurile particulare (instanţele). Obiectul care are toate atributele tipului generic se numeşte *prototip*.

Cadrele se clasifică şi în funcţie de aplicaţia lor. Pot fi cadre de acţiune, cadre cauzale şi cadre de situaţii.

Un *cadru de situaţie* conţine cunoaştere despre ceea ce se aşteaptă să se întâmple într-o anumită situaţie, de exemplu cu prilejul unui banchet de afaceri. Acestea se mai numesc şi *scenarii*. Un *cadru de acţiune* conţine rubrici care prezintă acţiunile de executat într-o anumită situaţie dată şi proceduri pentru execuţia acestor acţiuni. Acestea reprezintă, evident, cunoaştere procedurală.

Se poate realiza o combinaţie între cadrele acţiune şi cadrele situaţie pentru a descrie relaţiile cauză-efect într-o formă de cadru pentru cunoaştere cauzală. În felul acesta se obţin sisteme expert bazate pe cadre foarte complexe şi cu o multitudine de funcţii.

Deoarece limbajele de reprezentare bazate pe cadre oferă un suport extins pentru organizarea cunoaşterii, îmbunătăţind eficienţa notaţiilor cu păstrarea modularităţii, se consideră că paradigmele de reprezentare a cunoaşterii hibride sunt dezvoltate prin combinarea regulilor sau chiar a calculului predicatelor cu cadrele[37]. Aceasta este soluţia aplicată pentru obţinerea de sisteme expert performante.

3.2.4. Metode bazate pe logică

Pentru atingerea scopului urmărit de sistemul expert, reproducerea cunoaşterii şi capacităţii de raţionament ale experţilor, conceptul intuitiv de raţionament trebuie formalizat.

În acest proces, asocierile conectate la conceptele individuale nu au nici un rol şi numai cunoaşterea relevantă este aceea care trebuie explicit reprezentată. Inferenţele se execută numai în conformitate cu reguli explicite.

Limbajul natural este calea prin care experţii exprimă cunoaşterea declarativă. Fiind declarativă, translatarea cunoaşterii cu un alt formalism declarativ, pe care să-l înţeleagă calculatorul (de exemplu, logica), este mai uşoară decât folosirea unui

---

[37] Pau, L.F., *op.cit.*, p.83.

Scanned with OKEN Scanner

formalism nedeclarativ. Limbajul natural este însă mai puţin formalizat decât logica. De exemplu, frazele cu semnificaţie complet diferittă se pot pune în forme similare.

Limbajul natural este, totodată, mai puternic decât metodele logice de reprezentare: calculul predicatelor şi calculul propoziţional. Toate aceste metode folosesc notaţii speciale în care intervin categoriile:

a) *constantele*, referitoare la obiecte din domeniul problemei;

b) *predicatele*, referitoare la relaţiile dintre obiecte;

c) unele *argumente de tip predicat*, reprezentate cu nume specifice. De exemplu, pentru fraza "Domnul Ionescu este plătitor de impozit" putem avea predicatul **plătitor (Domnul Ionescu)**. Pentru fraza "Leul este o monedă" avem predicatul **monedă (leu)**;

d) alte argumente de tip predicat pot reprezenta adjective. De exemplu, pentru fraza "Leul este instabil" se poate scrie **instabil (leul)**. Pentru expresia "Cartea verde" se poate scrie **verde (cartea)**;

e) *verbele* sunt reprezentate ca predicate cu argumente care pot fi subiecte sau obiecte, de exemplu:

pentru "plouă" putem scrie **plouă()**

pentru "creşterea leului" putem scrie **creşterea (leu)**

pentru "Ionescu plăteşte lui Popescu 10.000 lei" putem scrie **plăteşte (Ionescu, Popescu, 10.000)**

f) timpurile verbelor se captează în logică cu argumente extratemporale. De exemplu, pentru fraza "Cea mai mică rată a dobânzii a fost la BRCE" se poate scrie **cea-mai-mică (BRCE, rata-dobânzii, trecut)**;

g) articolele nedeterminate se reprezintă cu ajutorul cuantificatorilor existenţiali. De exemplu, pentru fraza "Un client a deschis un cont" se poate scrie

$$\exists x,y{:}client(x) \wedge deschis(x,y,trecut) \wedge cont(y)$$

h) expresiile de tipul "este", "există", "sunt", se reprezintă tot în acest mod. De exemplu, pentru fraza "Există un venit diferit de salariu sau pensie" se poate scrie

$$\exists x{:}venit(x) \wedge este\text{-}un(x,y) \wedge \neq(y,salar) \wedge \neq (y,pensie).$$

Pentru fraza "Există cel puţin două venituri diferite" se poate scrie

$$\exists x,y{:}venit(x) \wedge venit(y) \wedge \neq (x,y)$$

i) expresiile de tipul "oricare", "totul", "fiecare"... se reprezintă cu ajutorul cuantificatorilor universali. De exemplu, pentru fraza "Orice persoană trebuie să plătească impozit" se poate scrie

$$\forall x{:}persoană(x) \rightarrow trebuie\text{-}să\text{-}plăt(x,impozit)$$

j) implicaţiile reprezintă expresii condiţionale. De exemplu, partea de IF a unei expresii condiţionale este premisa, iar partea de THEN este acţiunea sau concluzia şi astfel pentru fraza "Dacă un om este fericit atunci el este prietenos" putem avea

$$\forall x{:}fericit(x) \rightarrow prietenos(x)$$

Am văzut mai înainte că o problemă importantă în reprezentarea cunoaşterii este *reificarea*. Ea constă în reprezentarea unei relaţii ca un obiect. Aceasta este necesară deoarece calculul predicatelor de ordin I nu permite exprimarea a ceea ce crede expertul despre obiecte, ca obiecte, şi ştim deja că obiect poate fi orice care poate apărea ca argument într-un predicat. De exemplu, pentru adjectivul de mai sus dat ca predicat "leul

este instabil" şi reprezentat **instabil (leu)**, deoarece "instabil" nu este un obiect constant, această reprezentare pare să nu corespundă.

Fraza "Astfel, instabilitatea este uneori descrescătoare" nu se mai poate reprezenta ca mai înainte şi cea mai bună soluţie constă în trasformarea lui "instabilitate" într-un obiect. În aceste condiţii vom avea:

stare (leu, instabilitate)
descreşte (instabilitate)

Un alt exemplu de reificare este prezentat de Louis Pau[38] pentru conceptul de tranzacţie. Acest autor arată că cea mai naturală reprezentare a unei tranzacţii este relaţia dintre doi agenţi economici, în care o cantitate stabilită de comun acord (marfă1) este schimbată pentru o cantitate stabilită de acord (marfă2) în conformitate cu momentul tranzacţiei. Reprezentarea va fi următoarea:

tranzacţie(agent1,agent2,cant1,marfă1,cant2,marfă2,timp)

Se consideră că această reprezentare operează bine atât timp cât nu-i nevoie şi de reprezentarea relaţiei dintre tranzacţii. De exemplu, reprezentarea de mai sus nu este bună pentru exprimarea următoarei reguli din regulamentul bursier:

"Pe toate pieţele, tranzacţiile după timpul de închidere nu sunt valide".

Pentru buna reprezentare, conceptul de tranzacţie trebuie reificat. De exemplu, se introduce predicatul:

tranzacţie (p,m)

în care p = o tranzacţie specifică de pe o piaţă specifică.

În situaţia în care predicatul "tranzacţie" se poate descompune într-o colecţie de predicate mai specifice se va reifica noţiunea de "bun de schimb" deoarece mai multe pieţe impun restricţii asupra felului bunurilor admise în tranzacţii. Se va obţine astfel reprezentările de mai jos:

REPREZENTAREA	EXPLICAŢII
agent(p,agent1)	agent1 este un agent în tranzacţia p
agent(p,agent2)	agent2 este un agent în tranzacţia p
schimb(p,q1)	q1 este un bun de schimb în tranzacţia p
marfa(q1,marfa1)	q1 este o marfă
marfa(q2,marfa2)	q2 este o marfă
cantit(q2,cantit2)	q2 este cunatificabilă
dă-în-schimb(p,agent1,p1)	în tranzacţia p agent1 dă în schimb marfa q1
dă-în-schimb(p,agent2,q2)	în tranzacţia p agent2 dă în schimb marfa q2
primeşte(p,agent1,100,q2)	în tranzacţia p agent1 primeşte 100% din marfa q2
primeşte(p,agent2,100,q1)	în tranzacţia p agent2 primeşte 100% din marfa q1
timp(p,t)	tranzacţia p a avut loc la ora t

Toate aceste reguli pentru tranzacţie se pot redacta astfel:

∀x,y,t,t1:tranzacţie(x,y) ∧ piaţa(y) ∧ ora-închiderii(y,t1) ∧timp(x,t) ∧după(t,t1) → nevalidă(x)

Acest al doilea mod de reprezentare are avantajul surprinderii tranzacţiilor cu oricare număr de agenţi şi bunuri de schimb, în care se specifică ce primeşte fiecare agent, care anume şi în ce proporţie este schimbat bunul.

---

[38] Pau, L.F., *op.cit*, p. 73.

Scanned with OKEN Scanner

Este important de sesizat că logica pură nu este adecvată pentru reprezentarea tranzacţiilor reale tocmai pentru că tranzacţiile schimbă permanent valoarea de adevăr a faptelor reprezentate.

Putem conchide că logica predicatelor sau calculul predicatelor permite determinarea adevărului unor propoziţii, cu valoare de adevăr, numite *aserţiuni*. Aceste propoziţii se referă la obiecte, concepte, evenimente... din domeniul problemei care sunt reprezentate cu tehnici specifice logicii predicatelor de ordin I. Calculul predicatelor permite şi descrierea atributelor obiectelor, conceptelor, evenimentelor etc.

Atât calculul predicatelor, cât şi calculul propoziţional se bazează pe logica matematică. Metodele logice sunt adecvate pentru reprezentarea cunoaşterii în majoritatea ipostazelor specifice aplicaţiilor de gestiune. Calculul predicatelor este uneori utilizat în sistemele expert, fiind preferat datorită structurilor sale şi puterii de inferenţiere. El stă la baza PROLOG-ului, cel mai utilizat limbaj de programare logică, fără a fi mai uşor de implementat faţă de metodele bazate pe reguli, cadre sau reţele semantice.

Trebuie să observăm că o metodă de reprezentare a cunoaşterii este întotdeauna legată de tehnica de inferenţiere utilizată.

3.2.4.1. Calculul propoziţional

Am văzut anterior că o *propoziţie* este un enunţ care poate avea o valoare de adevăr (true sau false) şi se mai numeşte, în acest caz, aserţiune.

Din start se presupune că poate fi o premisă care poate fi utilizată în derivarea (inferarea) unor noi propoziţii. În acest caz, se utilizează reguli în procesele inferenţiale de acest gen, în care se determină valoarea de adevăr a noilor propoziţii derivate.

Reprezentarea propoziţiilor cu literele alfabetului latin este o practică obişnuită în această logică. S-a statuat chiar o notaţie simplificată pentru declararea propoziţiilor. De exemplu:

P = "Tribuna Economică apare joia"
Q= "Astăzi este luni"

→R= "Tribuna Economică nu apare astăzi"

Cel mai vechi şi mai simplu calcul propoziţional este silogismul. *Silogismul* are două premise şi o concluzie, inferată din premise. Sintaxa generală a silogismului este:

Premisa-1: Toţi x sunt y
Premisa-2: z este un x

Concluzia: z este un y

Acest raţionament este valabil indiferent cu ce se substituie x, y şi z. Un exemplu clasic este următorul:

Scanned with OKEN Scanner

Premisa-1: Toţi oamenii sunt muritori
Premisa-2: Socrate este om

Concluzia: Socrate este muritor

În silogism numai forma (sintaxa) este importantă. Separarea sintaxei de semantică face din logică un instrument puternic.

Calculul propoziţional este o logică simbolică pentru manipularea propoziţiilor şi este în legătură cu variabilele logice numite propoziţii. În general, enunţurile, frazele sunt de patru tipuri: imperative, interogative, exclamative şi declarative.

Calculul propoziţional are în vedere enunţurile declarative repartizate în două grupe: false şi adevărate. Enunţul a cărui valoare de adevăr poate fi determinată se numeşte propoziţie. O propoziţie compusă este formată din propoziţii elementare legate cu ajutorul conectorilor logici: $\wedge$(AND), $\vee$(OR), ~(NOT) şi $\rightarrow$(implicaţia), $\leftrightarrow$(echivalenţa).

Tautologia este o propoziţie compusă care este adevărată în timp ce elementele sale sunt adevărate sau false.

Contradicţia este propoziţia compusă care este întotdeauna falsă.

Propoziţia contingentă este propoziţia care nu este nici tautologie şi nici contradicţie. De exemplu:

p∨~p este tautologie
p∧~p este contradicţie

Propoziţiile logic echivalente au aceeaşi valoare de adevăr.

Prin ele însele, propoziţiile, nu sunt de mare utilitate, dar dacă se combină cu ajutorul conectorilor logici se pot obţine propoziţii noi care se utilizează în situaţii complexe la soluţionarea problemelor. De exemplu:

P= Luni se deschide bursa
Q= Astăzi este duminică

→R= Astăzi nu se deschide bursa
NOT Q= Astăzi nu este duminică

Se observă că dacă Q este true, atunci NOT Q este false. Dacă Q este false atunci NOT Q este true.

În situaţia utilizării conectorului AND între două sau mai multe propoziţii, noua propoziţie derivată va fi adevărată numai dacă toate propoziţiile iniţiale sunt adevărate. De exemplu:

J = ALFA S.R.L. este contribuabil
K = ALFA S.R.L. este persoană juridică română
L = ALFA S.R.L. are cifra de afaceri mai mică decât 10 miliarde
M = ALFA S.R.L. are mai puţin de 300 salariaţi

N = J AND K AND L AND M

Dacă K este falsă, atunci N este falsă.

Conectorul OR formează o nouă propoziţie care este adevărată dacă cel puţin una dintre propoziţiile iniţiale este adevărată. De exemplu:

Scanned with OKEN Scanner

I = Bonitatea este pozitivă
J = Cifra de afaceri creşte

K = I OR J

Conectorul OR utilizat în acest context are înţelesul lui OR inclusiv. OR exclusiv este mai puţin utilizat în calculul propoziţional. Conectorul → înseamnă că dacă o propoziţia A este adevărată atunci o propoziţie B este adevărată, dacă ştim că A implică B. Aceasta se scrie A→B şi se sistematizează ca în relaţia de mai jos:

Dacă A = .T.
Şi A→B

Atunci B = .T.

în care .T.=TRUE.

Acesta este raţionamentul deductiv, un tip de inferenţă logică deseori utilizat, conform metodei *modus-ponens*.

Dacă se dă o bază de cunoştinţe şi o propoziţie adevărată, corect formulată, este foarte important să se răspundă la întrebarea dacă respectiva propoziţie s-a derivat logic din baza de cunoştinţe.

Acesta este cazul secvenţei de reguli de inferenţă solide: din baza de cunoştinţe iniţială este derivată propoziţia dorită. O secvenţă de reguli de inferenţă de acest tip se numeşte *demonstraţie*, propoziţia derivată se numeşte *teoremă*, iar propoziţia iniţială aşa cum se afla în baza de cunoştinţe reprezintă *axioma*.

Soluţionarea problemei, în acest caz, este considerată ca o derivare logică (*deducţie*) a propoziţiilor dintr-un set de axiome care descriu domeniul problemei. Această situaţie este tipică pentru demonstrarea teoremelor.

Alături de modus-ponens se mai utilizează modus-tollens, AND eliminat şi instanţierea cuantificatorului universal.

În *modus-tollens* se dau A şi B două propoziţii astfel:

Dacă .NOT. B = .T.
Şi A→B

Atunci .NOT. A = .T.

În *AND eliminat* se dau A şi B astfel:

Dacă A .AND. B = .T.
Atunci A = .T.

Şi B = .T.

În *instanţierea cuantificatorului universal* se dau: A(x), o propoziţie cu variabila x şi A(obiecti), în care obiecti este un obiect din domeniul problemei astfel:

Dacă A(x) = .T.
Atunci ∀xA(x)→ A(obiecti)=.T.

Calculul propoziţiilor este un subset al calculului predicatelor.

3.2.4.2. Calculul predicatelor

Calculul propoziţional este adecvat pentru unele probleme, dar suferă pentru că propoziţiile nu pot fi fragmentate în părţi, ci trebuie tratate ca un întreg. Acest lucru nu satisface cele mai multe situaţii din realitate în care intervin detalii.

Calculul predicatelor permite ca o propoziţie să fie fragmentată în două părţi de bază:

- obiecte (argumente);
- predicate (aserţiuni despre atributele obiectelor).

Calculul predicatelor permite totodată utilizarea variabilelor şi funcţiilor de variabile, face uz de enunţurile logicii simbolice şi permite utilizarea tuturor proprietăţilor calculului propoziţional.

Aceste caracteristici fac din calculul predicatelor o metodă mai puternică decât calculul propoziţional şi mai preferată în reprezentarea cunoaşterii. De exemplu:

Propoziţia: *"Creditează 101 cu 70.000.000"*
Predicatul: **creditează(101,70.000.000)**

unde **creditează** este predicatul, iar 101 şi 70.000.000 sunt argumentele.

Nu este nici o coincidenţă că argumentele se dau într-o anumită ordine. Pot exista şi predicate cu un singur argument. De exemplu:

Propoziţia: *"Bonitatea este pozitivă"*
Predicatul: **pozitivă(bonitatea)**

Există şi o alternativă pentru scrierea predicatelor. De exemplu:

(creditează 101 70.000.000)
(pozitivă bonitatea)

Una dintre caracteristicile calculului predicatelor este lucrul cu variabile şi pe această filieră s-au introdus variabile în fapte şi în reguli.

O *variabilă* este reprezentată printr-o literă din alfabetul latin, care poate lua un număr finit de valori, toate aceste valori făcând propoziţia adevărată. De exemplu:

cont-de-activ(x)

în care, orice nume de cont care poate substitui pe x va avea proprietatea de cont-de-activ. De exemplu, instanţele:

cont-de-activ(5121)
cont-de-activ(30001)

Puterea variabilelor constă în *generalizare*, în sensul că propoziţia care poate fi enunţată în termeni generali este mai utilă decât propoziţia despre o situaţie particulară.

Calculul predicatelor utilizează şi cuantificatorii. Un *cuantificator* se reprezintă printr-un simbol care stabileşte domeniul unei variabile (limitele). Este vorba despre cei doi cuantificatori utilizaţi mai înainte:

∀(x)	*cuantificatorul universal*, care stabileşte că o propoziţie care conţine o variabilă este true pentru toate valorile posibile ale variabilei;
∃x	*cuantificatorul existenţial*, care stabileşte că o propoziţie este true pentru cel puţin o valoare a variabilei.

Exemplul 1

"Toţi Popescu sunt cetăţeni ai României"
"Un Popescu este un cetăţean din Iaşi"

Scanned with OKEN Scanner

Dacă folosim cunatificatorul universal putem scrie:

(Pentru toţi x)[Popescu(x)→cetăţean-român(x)] sau

∀ (x), Popescu(x)→ cetăţean-român(x)

Ultima expresie se citeşte astfel "Dacă x este un Popescu atunci x este cetăţean român".

Exemplul 2

"Nişte maşini ca tractoarele"

∃x, maşină(x)→ arată-ca(x,tractoarele)

adică în cuvinte "Există cel puţin un x astfel încât dacă x este o maşină, atunci arată x ca tractoarele".

Calculul predicatelor se utilizează pentru deducerea de fapte. De exemplu:

∀(x),cont(x)→ cont-de-activ(x) AND cont(5121)⇒cont-de-activ(5121)

Acest lucru în cuvinte înseamnă "Contul 5121 este cont de activ dacă 5121 este cont şi toate conturile sunt conturi de activ".

Cunatificatorul universal (∀(x)), cu înţeles de "pentru oricare" sau "pentru toate", se interpretează ca o conjuncţie de predicate despre instanţe (cazurile particulare ale obiectului generic).

cont(x)	**cont(5121)**
↓	↓
clasa	instanţa

Cuantificatorul existenţial (∃x) este o formă restrictivă a cuantificatorului universal şi are înţeles de: există, cel puţin un, pentru nişte, există un.

Deşi calculul predicatelor este de mare utilitate, în anumite situaţii, unde există multe tipuri de propoziţii, nu se pot utiliza cuantificatorii. De exemplu:

"Multe conturi se debitează"

Pentru "multe" nu se poate utiliza nici unul dintre cei doi cuantificatori. O astfel de problemă se soluţionează cu logica fuzzy.

*****

Logica are o importanţă deosebită în sistemele expert, în care motoarele de inferenţe raţionează de la premise către concluzii. Un termen semnificativ pentru programarea logică şi sistemele expert este acela de *sisteme de raţionament automat* (Automated Reasoning Systems).

3.2.5. Metoda obiectelor structurate

Toţi mai mulţi specialişti prezintă metoda obiectelor structurate ca o metodă bazată pe cadre deoarece, în esenţă, reprezentarea cunoaşterii prin cadre face referire la programarea orientată obiecte în construirea bazei de cunoştinţe[39]. Metoda obiectelor structurate este din ce în ce mai utilizată în sistemele expert deoarece:

- reflectă multe idei ale paradigmei reprezentării cunoaşterii cu cadre şi se înscrie în rândul metodelor cu transfer succesoral;

[39] Pau, L.F., *op. cit.*, p. 120; Turban, E., *op.cit.*, p. 576; Durkin, J., *op.cit*, ş.a.

Scanned with OKEN Scanner

- are caracteristic concentrarea într-o singură structură de cunoaştere numită *obiect*, cu proprietăţi legate de aceeaşi entitate, iar cunoaşterea declarativă se menţine separată de cunoaşterea procedurală;
- suportă structurarea cunoaşterii în ierarhii de concepte legate între ele prin aşa numitul *mecanism de moştenire*;
- programarea este puternic modularizată prin *mecanismele de transmitere a mesajelor şi încapsulare*. Acest lucru ajută foarte mult la *prototipizare* atunci când cerinţele nu se cunosc, specificaţiile sunt rău elaborate sau incomplete, iar proiectele trebuie totuşi executate;
- scopurile acestei metode sunt inteligibilitatea, modificabilitatea şi reuşita programelor;
- există limbaje de programare orientate obiect (Smalltalk, C++, Kappa-PC, LOOPS, KEE, CLOS, Actors, Ada...) care au inclusiv capacităţi grafice de vizualizare a obiectelor.

Conceptele acestei metode sunt: obiect, încapsulare, transmiterea mesajelor, legarea dinamică şi moştenirea.

Obiectul este o descriere funcţională completă a unui concept, situaţie etc., pe care o reprezintă, inclusiv datele/cunoaşterea necesare şi care definesc starea entităţii împreună cu metodele pentru caracterizarea comportamentului său. De exemplu, reprezentarea unui portofoliu de client:

Entitatea "client-portofoliu" este un obiect, în care intră soldurile titlurilor de valoare împreună cu datele corespunzătoare, în timp ce instrumentele comerciale, prioritătile şi regulile sunt metode.

Încapsularea înseamnă introducerea datelor/cunoaşterii în interiorul obiectului împreună cu metodele/procedurile pentru folosirea lor. Prin intermediul metodelor poate exista numai o singură cale de acces la date/cunoaştere (figura nr.3.12).

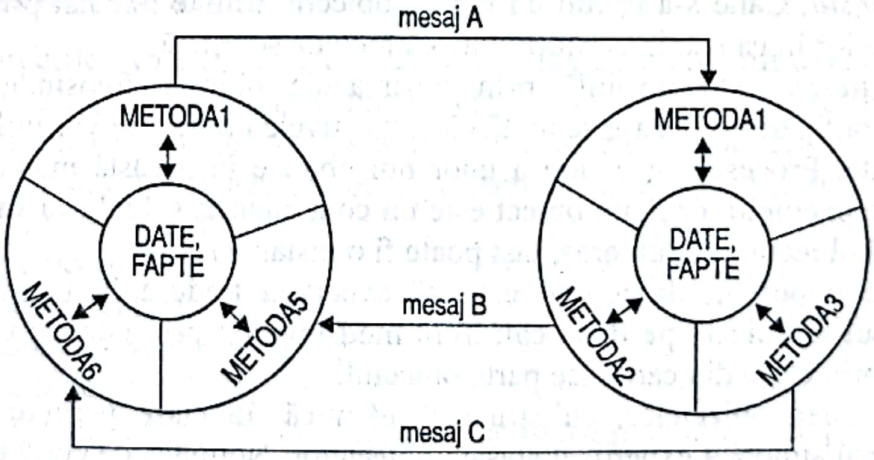


Fig. nr.3.12. *Transmiterea mesajelor între obiecte*

Transmiterea mesajelor înseamnă trimiterea unui mesaj către un obiect prin care se comunică execuţia unei anumite funcţii. În felul acesta se utilizează una dintre metode asupra datelor şi/cunoaşterii. Mesajul este independent de metoda în cauză. De exemplu, mesajele către obiectul "client-portofoliu", care comunică obiectului să execute o operaţie comercială cu un anumit titlu de valoare.

Scanned with OKEN Scanner

Legarea dinamică se referă la punerea împreună a metodelor şi datelor/cunoaşterii asupra cărora vor acţiona. Deoarece mesajele sunt independente de date sau obiecte, când un anumit obiect primeşte un mesaj se caută clasa de obiecte pentru a se găsi metoda corectă pentru acel mesaj. Metodele activate pot utiliza şi modifica datele obiectului. Relaţia dintre mesaje şi metode se stabileşte numai în timpul execuţiei.

Moştenirea construieşte un arbore de structură pentru clasele de obiecte, la care sus se află clasa cea mai generală din care derivă subclasele, care definesc obiecte fundamentale. Din aceste subclase se desprind în continuare alte subclase etc. Datorită moştenirii, un obiect nu conţine numai datele şi metodele din propria clasă, ci are acces şi la metodele, respectiv datele din clasele superioare pe care le moşteneşte.

Moştenirea uşurează mult modificabilitatea sistemului expert astfel încât dacă se schimbă, de exemplu, metoda de selecţie a activelor lichide, toate subclasele ("sold-acţiuni", "sold-titluri", "lichidităţi"...) vor moşteni această metodă schimbată.

În acest context, al metodei orientate obiecte, proiectarea programelor este diferită de proiectarea programelor procedurale sau declarative şi se realizează în paşii:

- identificarea obiectelor;
- clasificarea obiectelor pe clase, inclusiv a claselor predefinite;
- definirea mesajelor şi metodelor corespunzătoare.

Mesajul constă într-un selector, care comunică obiectului ce trebuie să facă cu mesajul, şi un argument opţional. Argumentul explică sau clarifică totodată conţinutul mesajului.

Metoda este o procedură a obiectului care arată ce se face cu mesajul şi cum anume sau ce trebuie făcut cu obiectul. Întrucât fiecare obiect are propriile metode, obiectele răspund în manieră diferită la acelaşi mesaj. Aceasta este cea mai puternică proprietate în cazul metodelor orientate obiect. Obiectul, pe baza cunoaşterii disponibile, ştie care este cea mai potrivită metodă de execuţie.

Răspunsul. Când s-a primit un mesaj, obiectul trimite imediat propriul mesaj de răspuns obiectelor în cauză, în conformitate cu metoda selectată.

Instanţierea este posibilă prin crearea de obiecte folosindu-se un obiect preexistent numit părinte la care se arată că respectivele obiecte se vor utiliza altfel decât obiectul părinte. Procesul de creare a unor noi obiecte în această manieră se numeşte instanţiere. De exemplu, dacă un obiect este un cont bancar, soldul său va fi o instanţă a contului. Dacă obiectul este un oraş, Iaşi poate fi o instanţă a sa.

Foarte important de reţinut este că expertiza tradusă în reguli de producţie permite accesul la obiecte pe două căi: a) în mod implicit prin numele obiectului; b) în mod indirect prin clasa din care face parte obiectul.

Regruparea obiectelor, cu structură identică, în clase permite o scriere mai compactă şi mai simplă a expertizei ataşată obiectelor. Noţiunea de clasă este utilizată de către mecanismul de moştenire şi pentru realizarea prelucrărilor necesare asupra mai multor obiecte simultan.

Am văzut anterior că moştenirea este un mecanism propriu conceptului de obiect, care permite unui obiect sau unei clase să beneficieze automat de caracteristicile definite pentru alte obiecte şi/clase. Moşternirea este aceea care permite structurarea cunoaşterii în vederea reutilizării definiţiilor anterioare. Caracteristicile care pot fi moştenite sunt atributele, proprietăţile şi metodele obiectelor/claselor.

Scanned with OKEN Scanner

Moştenirea este posibilă dacă legăturile de apartenenţă au fost definite între mai multe obiecte sau clase. Aceste legături pot exista între:

- un obiect şi clasa căreia aparţine;
- un obiect şi subobiectul său;
- o clasă şi subclasa sa.

La crearea legăturilor de apartenenţă între obiecte şi clase se construieşte un graf pentru obiecte, clase şi legăturile dintre ele. Acest graf se numeşte *graf de apartenenţă*. După acelaşi principiu se poate elabora şi un *graf de moştenire*. Două elemente din acest graf se leagă printr-un arc cu săgeată dacă între ele s-a definit o legătură de apartenenţă şi se vrea ca unul dintre cele două elemente să beneficieze de caracteristicile celuilalt. Arcul indică sensul în care se realizează moştenirea. Mecanismul de moştenire se activează automat în momentul accesului la o proprietate sau metodă care nu i-au fost ataşate în mod explicit. Moştenirea va consta în căutarea acestor informaţii la obiectele sau clasele cu care obiectul curent are legătură creată, iar moştenirea este autorizată. Un exemplu de moştenire a atributelor se prezintă în figura nr. 3.13.

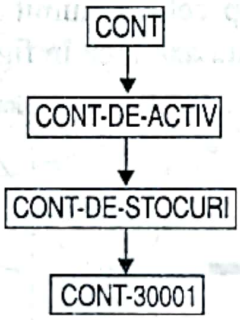


Fig. nr.3.13. *Graf de moştenire*

3.2.6. Metoda reţelelor neuronale

Abordările care urmăresc modul în care lucrează creierul uman se concretizează în aşa-numitele reţele neuronale şi maşini care învaţă. Maşinile care învaţă se referă la tehnologii ultramoderne capabile să realizeze învăţarea din experienţă. Cercetările au scos la iveală mai multe asemenea metode, precum şi algoritmi specifici, toate în fază de laborator:

- reţele neuronale;
- învăţarea inductivă;
- raţionamentul bazat pe cazuri;
- algoritmii genetici;
- metode statistice folosite în achiziţia cunoaşterii şi soluţionarea problemelor;
- învăţarea bazată pe explicaţii.

Există deja instrumente software pentru programarea reţelelor neuronale: ExploreNet, BrainMaker, Neuroshell.

Motivaţia cuprinderii acestei metode de reprezentare a cunoaşterii în lucrarea noastră se datorează aplicaţiilor sale foarte promiţătoare în domeniile:

- serviciile financiare (identificarea structurii pieţei acţiunilor şi asistenţa în comerţul cu titluri);

Scanned with OKEN Scanner

- evaluarea creditelor cu prilejul acordării lor agenţilor economici;
- diagnostic financiar;
- evaluarea candidaţilor la un loc de muncă important;
- optimizare, alocare resurse, analize statistice diverse etc.

Metoda reţelelor neuronale[40] este specifică abordării conexioniste în informatică şi se inspiră din modelul biologic al creierului uman. Se ştie deja că înţelegerea mecanismelor aflate la originea funcţiilor superioare ale creierului este obiectul cercetărilor din neurobiologie, psihologie, informatică şi fizică.

Domeniul particular al reţelelor neuronale s-a dezvoltat în anii '80.

Neuronii sunt automate elementare al căror mod de funcţionare se inspiră din funcţionarea neuronilor adevăraţi din două motive:

- din cauza posibilităţii modelării creierului uman;
- din cauza realizării unor algoritmi şi a unor maşini automate specializate în recunoaşterea formelor.

Se pleacă de la constatarea că, în sistemul nervos central, neuronii sunt construiţi după un model standard, cu un corp celular numit *soma* (nucleu), ramificaţiile aferente numite *dendrite* şi o terminaţie numită *axon*, ca în figura nr. 3.14.

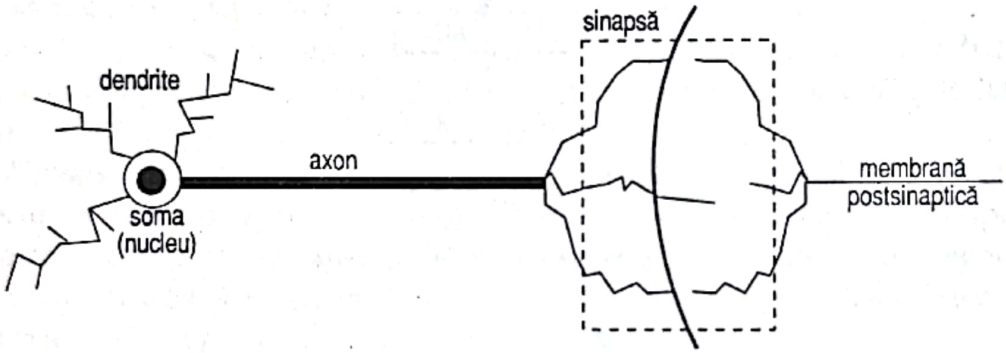


Fig. nr.3.14. *Neuronul biologic*

Neuronul emite impulsuri electrice prin axon sub forma descărcărilor electrice identice ca potenţial, formă şi viteză de propagare. Axonul transportă acest semnal la dendritele altor neuroni prin intermediul sinapsei, care face legătura axon-dendrită.

Conexiunea este foarte puternică, fiecare neuron are mai multe zeci de mii de contacte sinaptice cu alţi neuroni.

O *reţea neuronală* este un ansamblu de neuroni interconectaţi într-o arhitectură oarecare. Există două moduri de funcţionare diferite:

a) unul pentru toţi şi toţi pentru unul (figura nr. 3.15), când se obţine o reţea cu o conectivitate completă (cazul cel mai simplu);

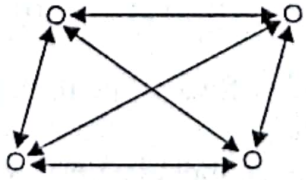


Fig.nr.3.15. *Reţea neuronală cu conectivitate completă*

[40] Nadal, J-P., *Réseaux de neurones*, Armand Colin, Paris, 1993.

b) reţele multistrat, fără retroacţiune, care dau naştere unui calcul prin flux dinamic. Acestea au inspirat calculatoarele care funcţionează în modul flux de date (data flow), ca în figura nr. 3.16.

O reţea multistrat transformă o configuraţie a activităţii impusă la intrare într-o configuraţie a activităţii pentru ieşire. Acesta este şi principiul memoriilor asociative. Problema constă în determinarea intrărilor acceptabile deoarece neuronul formal din reţea calculează mereu o sumă ponderată a intrărilor sale şi oferă un răspuns pozitiv dacă şi numai dacă această sumă depăşeşte un prag numit prag de activare.

Când se reprezintă cunoaşterea cu această metodă, principalul dezavantaj este lipsa transparenţei. Cunoaşterea, în contrast cu alte metode, se reprezintă în manieră implicită şi nu explicită.

Rezultatele cele mai încurajatoare s-au înregistrat în problemele de clasificare, de tratare a limbajului natural şi vedere artificială.

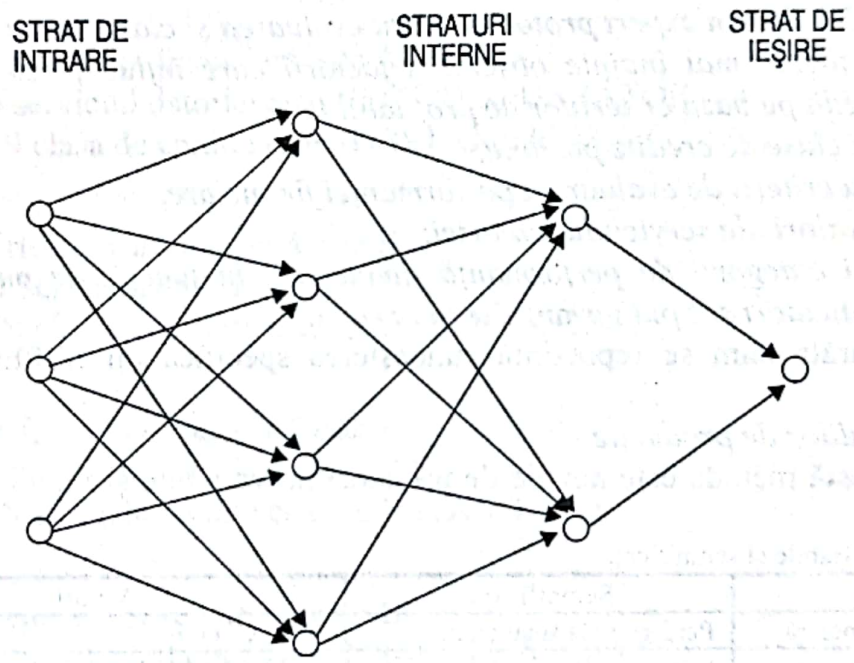


Fig. nr.3.16. *Reţea multistrat*

*****

Am prezentat principalele metode de reprezentare a cunoaşterii. Cognoticianul trebuie să ştie că fiecare metodă are avantajele şi dezavantajle ei în captarea eficientă a diferitelor tipuri de cunoaştere (vezi tabelul 3.1).

Tabel nr. 3.1. Tipurile de cunoaştere şi reprezentările specifice

Tip	Reprezentare
Cunoaşterea procedurală	Reguli Strategii Agenda Proceduri Tabele decizionale
Cunoaşterea declarativă	Concepte Obiecte Cadre Fapte Reţele semantice

Scanned with OKEN Scanner

Metacunoaştere	Cunoaşterea despre alte tipuri de cunoaştere şi despre cum se utilizează ele. Seturi de reguli
Cunoaştere euristică	Reguli izvorâte din experienţa expertului Reţea neuronală
Cunoaştere structurată	Seturi de reguli Relaţii între concepte Relaţii între obiecte

Problema care se pune, în continuare, este aceea de prelucrare a cunoaşterii prin inferenţiere, pentru care trebuie concepute programe adecvate numite motoare de inferenţe, independente de baza de cunoştinţe.

3.3. STUDIU DE CAZ

SEPECC: Sistem expert prototip pentru evaluarea şi clasificarea creditelor. Faţă de precizările făcute mai înainte observăm factorii care influenţează evaluarea unei convenţii de credit pe baza criteriilor de profitabilitate:

- *cele cinci clase de credite posibile;*
- *cele patru criterii de evaluare a performanţei financiare;*
- *cele trei valori ale serviciului datoriei;*
- *cele cinci categorii de performanţă financiară, în funcţie de punctajul acordat pentru indicatori şi tipul garanţiilor materiale.*

Vom arăta cum se reprezintă cunoaşterea specifică lui SEPECC prin câteva metode.

a) *Metoda regulilor de producţie*

În această metodă este nevoie de următoarele variabile şi reguli conform tabelei nr. 3.2.

Tabelul nr. 3.2 Variabile şi semnificaţii

Variabile	Semnificaţie	Valori
Performanţa financiară	Performanţa financiară	A, B, C, D, E
Serviciul datoriei	Serviciul datoriei	BUN, SLAB, NECORESPUNZĂTOR
Clasa de credite	Clasa de credite	STANDARD, ÎN OBSERVAŢIE, SUBSTANDARD, ÎNDOIELNIC, PIERDERE

Pentru redactarea regulilor trebuie să avem în vedere tabelul de mai jos:

Performanţa financiară	Serviciul datoriei	Clasa de credite
A	BUN	STANDARD
A	SLAB	ÎN OBSERVAŢIE
A	NECORESPUNZĂTOR	SUBSTANDARD
B	BUN	ÎN OBSERVAŢIE
B	SLAB	SUBSTANDARD
B	NECORESPUNZĂTOR	ÎNDOIELNIC
C	BUN	SUBSTANDARD
C	SLAB	ÎNDOIELNIC
C	NECORESPUNZĂTOR	PIERDERE
D	BUN	ÎNDOIELNIC
D	SLAB	PIERDERE

Scanned with OKEN Scanner

D	NECORESPUNZĂTOR	PIERDERE
E	BUN	PIERDERE
E	SLAB	PIERDERE
E	NECORESPUNZĂTOR	PIERDERE

Regula 1:
IF Performanța financiară este A
AND serviciul datoriei este BUN
THEN clasa de credite este STANDARD

Regula 2:
IF Performanța financiară este A
AND serviciul datoriei este SLAB
THEN clasa de credite este ÎN OBSERVAȚIE

Regula 3:
IF Performanța financiară este A
AND serviciul datoriei este NECORESPUNZĂTOR
THEN clasa de credite este SUBSTANDARD

Regula 4:
IF Performanța financiară este B
AND Serviciul datoriei este BUN
THEN clasa de credite este ÎN OBSERVAȚIE

Regula 5:
IF Performanța financiară este B
AND Serviciul datoriei este SLAB
THEN clasa de credite este SUBSTANDARD

Regula 6:
IF Performanța financiară este B
AND Serviciul datoriei este NECORESPUNZĂTOR
THEN clasa de credite este ÎNDOIELNIC

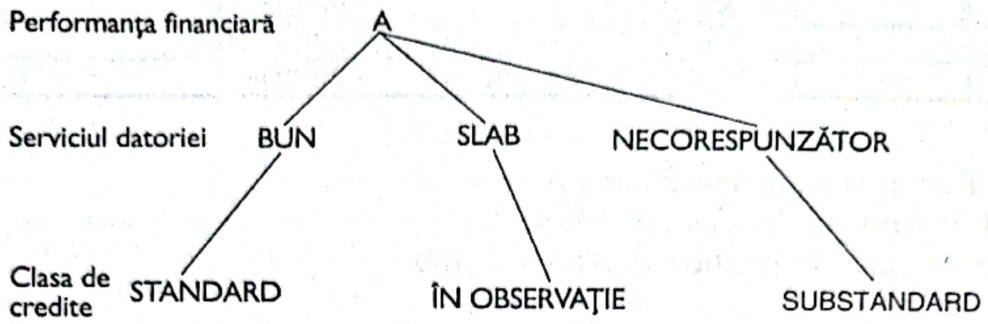
Regula 7:
IF Performanța financiară este C
AND Serviciul datoriei este BUN
THEN clasa de credite este SUBSTANDARD

Regula 8:
IF Performanța financiară este C
AND Serviciul datoriei este SLAB
THEN clasa de credite este ÎNDOIELNIC

Regula 9:
IF Performanța financiară este C
AND Serviciul datoriei este NECORESPUNZĂTOR
THEN clasa de credite este PIERDERE
Lăsăm la dispoziția cititorului de a redacta celelalte reguli.

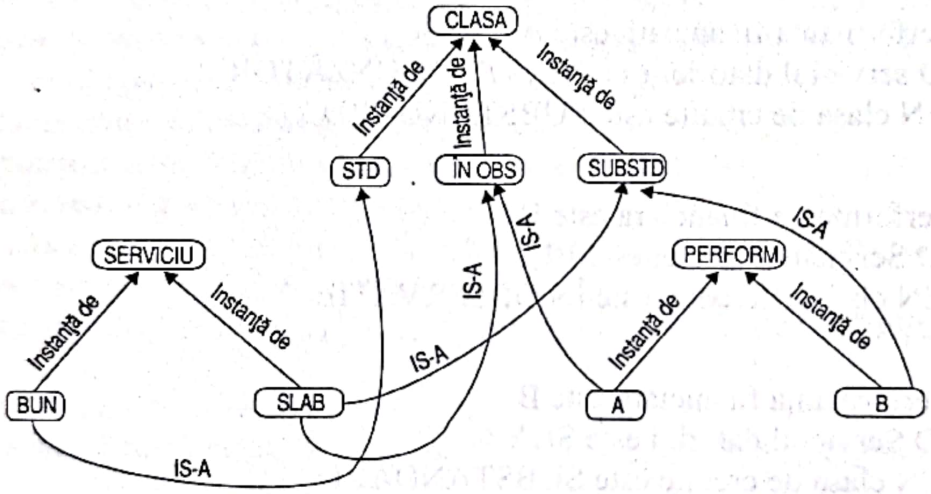
Scanned with OKEN Scanner

Notă: Regulile şi relaţiile le exprimăm şi sub formă de arbore astfel:



Valorile performanţei financiare şi serviciului datoriei determină încadrarea unui credit într-o clasă sau alta. Pentru simplificare vom considera numai unele reguli şi variabile.

b) *Metoda reţelelor semantice*



c) *Metoda cadrelor*

Nume schema	:	CLASA-DE-CREDITE
Performanţa	:	
Serviciul	:	

Nume cadru	:	STANDARD
Performanţa	:	A
Serviciul	:	BUN

Nume cadru	:	SUBSTANDARD
Performanţa	:	B
Serviciul	:	SLAB

Nume cadru	:	ÎN OBSERVAŢIE
Performanţa	:	A
Serviciul	:	SLAB

Scanned with OKEN Scanner

Schema este cadrul generic pentru cunoaşterea din celelalte cadre instanţe.

d) *Calculul predicatelor*

Stabilim următoarele structuri de cunoaştere:

P : performanţa financiară
S : serviciul datoriei
C : clasa de credite
Variabile : P şi S
Găseşte : C

SELECTEAZĂ(P,S)=C

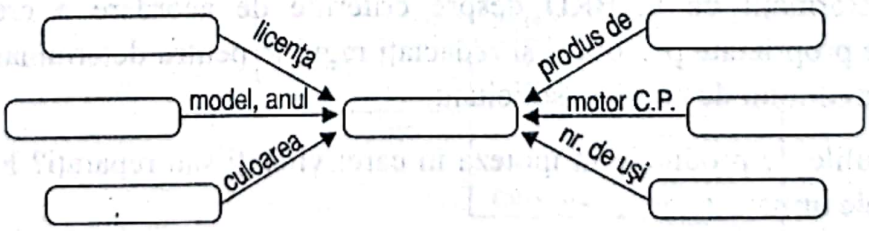
în care SELECTEAZĂ este o funcţie pentru operaţia de căutare a clasei de credite în funcţie de variabilele P şi S.

3.4. CONTROL ŞI EXERCIŢII

1. Descrieţi variatele tipuri de cunoaştere şi daţi exemple pentru fiecare tip pe exemplul gestiunii şi contabilităţii.
2. Folosind tabelul de mai jos şi regula IF A AND B THEN C, completaţi rubricile corespunzătoare, inspirându-vă dintr-un domeniu la libera alegere:

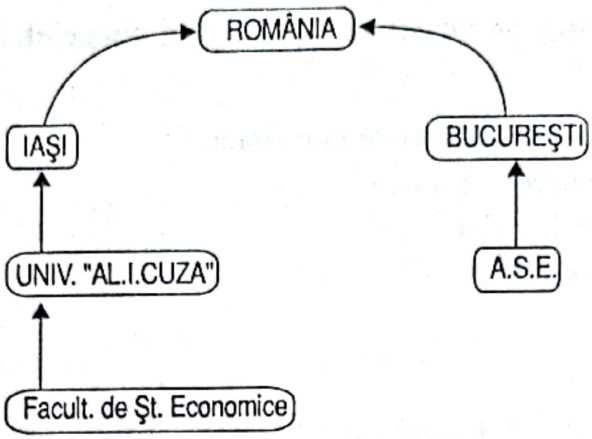
A _____
B _____
A AND B _____
IF (A AND B), THEN C _____

3. Elaboraţi cinci reguli de producţie despre activitatea dumneavoastră profesională (educativă sau afaceri).
4. În reţeaua semantică de mai jos completaţi numele sau valorile nodurilor cu referire la selectarea autoturismului preferat.



5. Redactaţi cadrul corespunzător pentru informaţiile din exerciţiul 4, de mai sus.
6. În reţeaua semantică de mai jos scrieţi pe arce primitivele semantice adecvate:

Scanned with OKEN Scanner



7. Transformaţi următoarele predicate în propoziţiile corespondente în limba română:

ESTE(INFLAŢIA MARE)

DEBITEAZĂ(x, CONT(5131))

8. Utilizaţi următoarele enunţuri pentru scrierea de formule în calculul predicatelor:

P(x) = *x este un economist*

S(x) = *x este inteligent*

L(x,y) = *x iubeşte pe y*

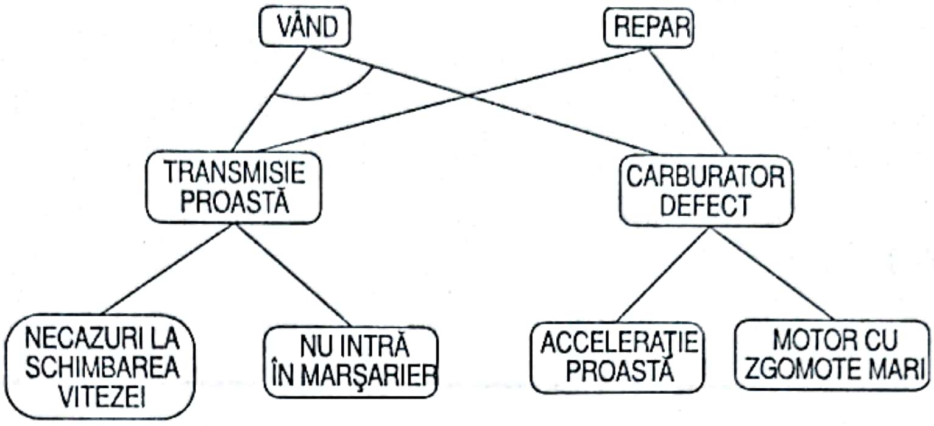
a) toţi economiştii sunt inteligenţi;
b) unii economişti sunt inteligenţi;
c) nici un economist nu este inteligent;
d) unii nu sunt economişti;
e) nici unul nu este economist;
f) unii economişti nu sunt inteligenţi;
g) există economişti;
h) unii iubesc pe alţii.

9. Elaboraţi cinci reguli euristice cu privire la obligaţiile profesionale la disciplina de Sisteme expert de gestiune.

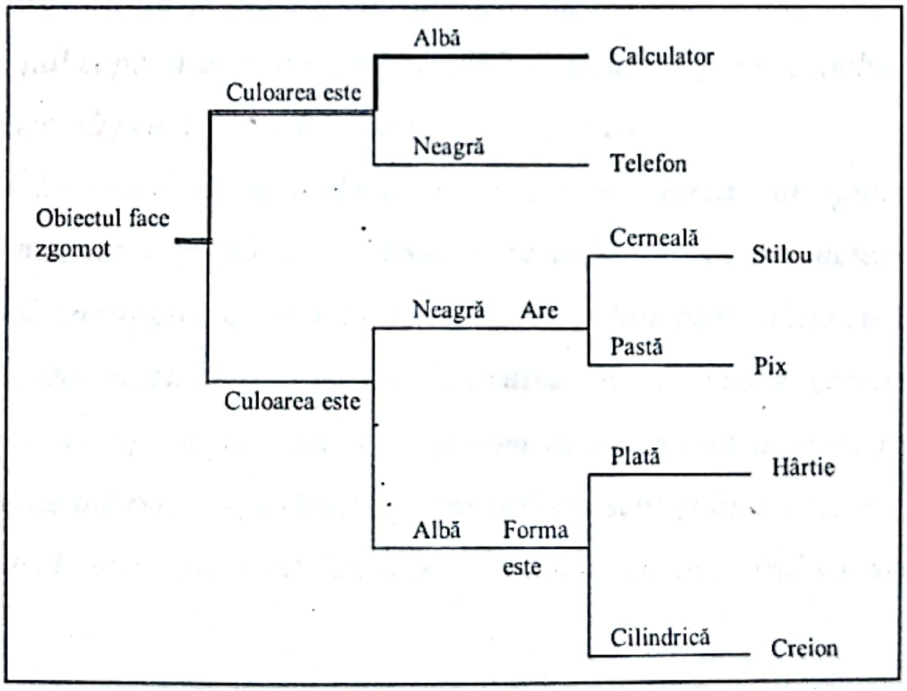
10. Obţineţi informaţii de la BRD despre criteriile de acordare a creditelor pentru autoturisme proprietate personală şi redactaţi regulile pentru determinarea modului de obţinere a creditului de către un solicitant.

11. Scrieţi regulile de producţie în ipoteza în care: vindeţi sau reparaţi? Folosiţi în acest scop arborele următor:

Scanned with OKEN Scanner



12. O tripletă OAV poate fi utilizată la reprezentarea unui fapt cu o singură valoare sau cu valori multiple. Daţi câte un exemplu pentru fiecare tip.
13. Scrieţi regulile de producţie corespunzătoare arborelui decizional[41] de mai jos, ştiind că fiecare ramură reprezintă o regulă; începeţi cu regula de sus. Arborele se referă la identificarea obiectelor de pe masa de lucru a unui economist.
14. Dacă pe masa economistului apare un nou obiect - de exemplu o dischetă, cum se va putea redesena arborele decizional de la exerciţiul nr. 13 şi cum se vor rescrie regulile de producţie? Există posibilitatea elaborării unor seturi de reguli? Dacă da, arătaţi cum!



[41] Arborii decizionali sunt din ce în ce mai des utilizaţi de către experţi la documentarea soluţiei problemelor de gestiune.

Scanned with OKEN Scanner

CAPITOLUL IV

RAȚIONAMENTUL

Până acum ştim deja un lucru esenţial – cunoaşterea dintr-un sistem expert este importantă pentru performanţa în soluţionarea unei probleme date. Cunoaşterea trebuie organizată şi reprezentată astfel încât să se poată memora şi regăsi în funcţie de necesităţi.

Baza de cunoştinţe, singură, nu este suficientă pentru rezolvarea problemei. Ea trebuie să fie într-o formă care poate fi utilizată de către sistemul expert în procesul de rezolvare. Ca să poată utiliza cunoaşterea, sistemul expert dispune de un mecanism inferenţial capabil de raţionamente şi generarea soluţiilor, concluziilor etc. Inferenţierea se realizează prin tehnici de căutare şi comparare.

Se caută în baza de cunoştinţe, cunoaşterea corespunzătoare problemei de soluţionat, iar tehnicile de comparare se utilizează pentru detecţia scopului dorit sau pentru determinarea criteriului asociat unei ipoteze particulare care poate fi satisfăcută.

Din aceste motive punem în lumină, în continuare, câteva concepte importante despre inferenţiere (raţionament) şi vom examina metodele de raţionament, căutarea, strategiile inferenţiale, relaţiile dintre raţionament şi incertitudine, precum şi strategiile de control ale raţionamentului, cele mai importante în cadrul sistemelor expert.

Scanned with OKEN Scanner

4.1. METODE DE RAȚIONAMENT

Această temă are o importanță particulară în sistemele expert deoarece raționamentul uman este încorporat sub formă de inferențe, o tehnică prin care sistemele expert rezolvă problemele.

4.1.1. Căutarea

Căutarea este un concept deja familiar; căutăm răspunsuri la întrebări folosind cărți, explicațiile unui profesor, o bază de date, căutăm obiectele necesare petrecerii vacanței și altele pentru îndeplinirea obligațiilor cotidiene.

În sistemele expert *căutarea* este utilă pentru localizarea cunoașterii. Ea implică trecerea de la o piesă de cunoaștere la alta, în toate direcțiile posibile și efectuarea de raționamente în legătură cu pertinența celor găsite.

Tehnicile de căutare folosite de oameni sunt adesea sistematice, în sensul că se desfășoară după un plan imaginat apriori. Dar sunt și multe căutări desfășurate aleator, fără rezultate eficiente. Calculatoarele pot fi însă programate cu tehnici de căutare deosebit de eficiente.

În bazele de cunoștințe, pentru localizarea cunoașterii se pot utiliza mai multe tehnici de căutare. Ele nu rezolvă problema, ci oferă numai mijloacele necesare astfel încât sistemele expert să ajungă mai rapid la soluție.

Ca și metodele de reprezentare a cunoașterii, căutarea constituie un domeniu major pentru cercetare.

4.1.2. Elemente fundamentale ale soluționării problemelor cu utilizarea stărilor

Scopul general al rezolvării problemelor este trecerea de la *starea inițială* la *starea finală* sau la *starea scop*, care este soluția. Această trecere se realizează cu ajutorul unor proceduri, reguli sau operatori.

Stările problemei definesc o situație momentană a problemei împreună cu condițiile corespunzătoare predefinite. Începând cu starea inițială, sistemul rezolutiv inventează un plan pentru a ajunge la starea scop. Acest plan poate fi o singură procedură care realizează trecerea directă de la starea inițială la starea finală. Nu este acesta cazul problemelor complexe, la care trecerea se face printr-o ierarhie de stări intermediare. De exemplu, trecerea de la anul I de facultate către anul V de studii aprofundate.

Fiecare stare a problemei de pe calea care duce către soluție (scop) reprezintă doar o soluție parțială sau o parte a stării scop și întotdeauna există un plan, mereu revizuit pe parcurs, în vederea trecerii cu succes de la o stare intermediară la alta (figura nr. 4.1).

Scanned with OKEN Scanner

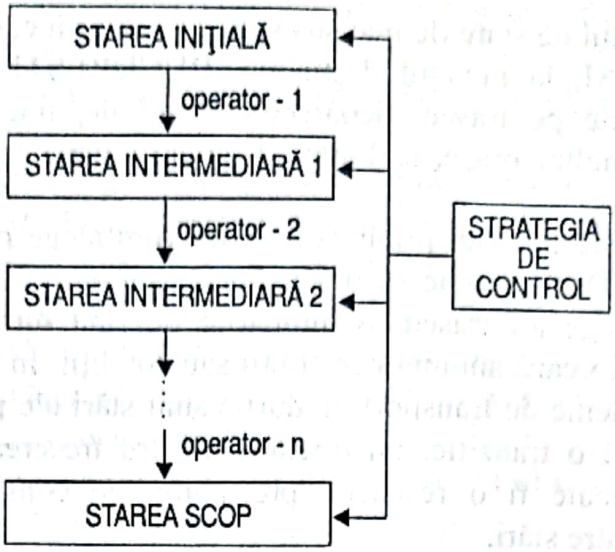


Fig. nr. 4.1. *Relaţia dintre stările problemei şi strategia de control*

Strategia de control este aceea care defineşte procedurile (operatorii), care determină cum se realizează trecerea de la o stare la alta. Ea defineşte o anumită înlănţuire a operatorilor, pe care-i apelează, în scopul influenţării trecerii de la o stare la alta. Informaţiile despre stări sunt memorate într-o memorie de lucru, ele se referă la starea iniţială, starea scop şi toate stările intermediare. Esenţa strategiei de control se prezintă în figura nr. 4.2.

Fig. nr.4.2. *Esenţa strategiei de control*

4.1.3. Spaţiul stării şi spaţiul de căutare

Prin cercetări s-a stabilit că o metodă grafică este cea mai potrivită pentru vizualizarea problemei şi tuturor soluţiilor posibile. Se obţine în felul acesta un graf numit *graful stării*, un graf care trece de la punctul iniţial la punctul destinaţie sau scop (figura nr. 4.3).

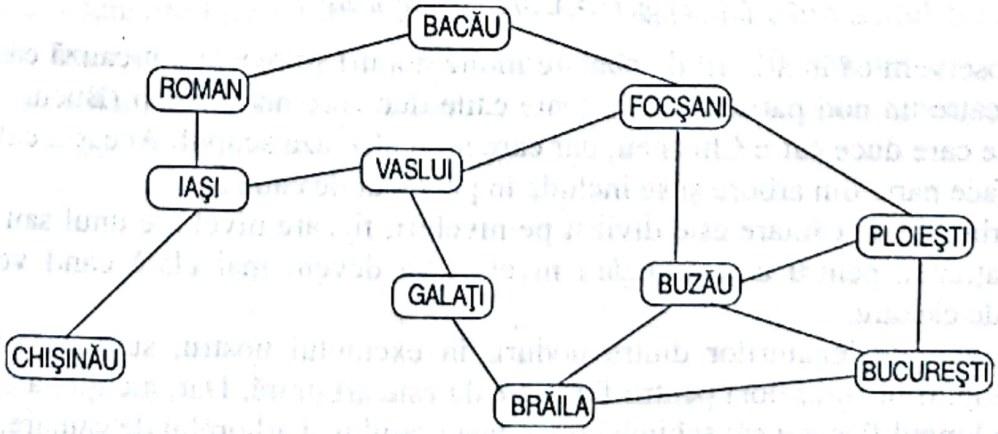


Fig. nr.4.3. *Graf de stare*

Oraşele din graful de stare de mai sus sunt noduri prin care se trece de la punctul iniţial, de exemplu IAŞI, la punctul destinaţie, BUCUREŞTI. Pot exista mai multe asemenea noduri, puncte pe traseu, deoarece drumul depinde de mai mulţi factori: distanţa, ocolirea mai multor oraşe, carburantul de care dispunem, scopul transportului, marfa transportată etc.

Dacă distanţa este criteriul principal, atunci vom alege ruta cea mai corectă din acest punct de vedere. Dacă trebuie să trecem printr-un anumit oraş pentru a descărca marfă, atunci se va alege alt traseu. Schimbările de rută din mintea persoanei care conduce convoiul se datorează anumitor restricţii sau condiţii. În exemplul nostru, pentru rezolvarea acestei probleme de transport, nodurile sunt stări ale problemei, iar legăturile dintre noduri reprezintă o tranziţie, un operator pentru trecerea de la o stare la alta. Distanţa dintre stări poate fi o restricţie prestabilită şi considerată ca o măsură a complexităţii mişcării între stări.

Deoarece în memoria calculatorului este dificil de reprezentat un graf de stare, această reprezentare o gândim din punct de vedere conceptual sau ca o metodă permisă de către un limbaj utilizat.

Reprezentarea spaţiului stării se poate modifica utilizând o structură de cunoaştere numită *arbore de căutare*. Un arbore de căutare indică toate căile posibile de la nodul iniţial către alte noduri, ţinând seama şi de faptul că anumite căi pot să nu ducă la nodul scop. În figura nr. 4.4 prezentăm un arbore de căutare pentru graful de stare din figura nr. 4.3.

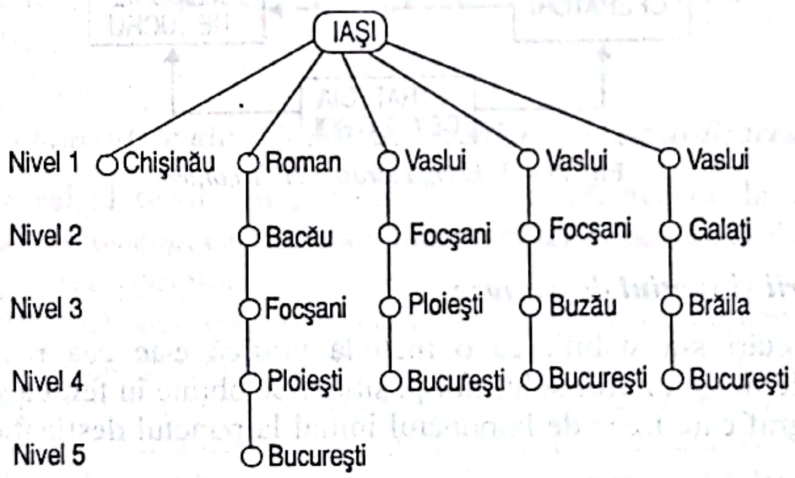


Fig. nr.4.4. *Arbore de căutare*

Observăm că în arborii de căutare multe noduri se repetă din cauză că există mai multe căi către un nod particular. Nu toate căile duc spre nodul scop (Bucureşti). Există chiar o cale care duce către Chişinău, dar care nu realizează scopul. Această cale s-a notat deoarece face parte din arbore şi se include în procesul de căutare.

Arborele de căutare este divizat pe niveluri, fiecare nivel are unul sau mai multe noduri. Raţiunea pentru care utilizăm niveluri va deveni mai clară când vom discuta metodele de căutare.

Lungimile legăturilor dintre noduri, în exemplul nostru, sunt date în km, iar alegerea nodurilor (oraşelor) pentru fiecare cale este arbitrară. Dar, atenţie, alegerea altor oraşe de-a lungul fiecărei căi schimbă imaginea grafului şi arborelui de căutare. În situaţia

acestei probleme este importantă lista completă a stărilor intermediare pe baza condiţiilor stabilite în prealabil.

Terminologia structurilor de tip arbore este importantă şi de aceea o prezentăm în continuare:

- nodul de intrare în arbore se numeşte nod rădăcină;
- de la nodul rădăcină către nodurile de pe nivelul 1 exită legături;
- nodurile sunt cunoscute prin descriptori cum sunt *succesor* sau descendent. De exemplu, Chişinău este succesor pentru Iaşi, Vaslui este succesor pentru Iaşi şi *nod părinte* pentru Focşani sau Galaţi;
- sfârşitul oricărei căi este marcat printr-un *nod frunză*, nod care nu mai are descendenţi. De exemplu, Chişinău şi Bucureşti.

Toate aceste noţiuni au valabilitate doar în contextul acestui arbore.

4.1.4. Metode de căutare

Există două *metode de bază*: sistematică şi euristică. Ambele sunt utilizate în sistemele expert. Strict vorbind, există şi alte metode de căutare, de exemplu căutarea aleatoare. Cu această metodă oamenii obţin rezultate mai puţin spectaculoase, iar în sistemele expert nu este valabilă. Căutarea euristică, vom vedea mai târziu, este o formă specializată de căutare sistematică. În căutarea sistematică se practică o anumită orientare (ghidare) a căutării, lucru foarte avantajos.

4.1.4.1. Căutarea sistematică

Căutarea sistematică este un set de proceduri pentru căutarea în spaţiul stării. Procedurile diferă dar toate au în comun o continuare a căutării până când este găsit nodul scop. Aceste proceduri sunt complete în sensul că nu scapă din vedere nici un nod în timpul căutării dar, în acelaşi timp, sunt neeficiente pentru că se pierde mult timp înaintea găsirii scopului. Oricum, însă, sunt mai eficiente decât căutarea aleatoare.

Să examinăm în continuare cinci metode de căutare sistematică: "întâi-în-adâncime", "întâi-în-lăţime", "în-adâncime-limitată", "înainte" şi "înapoi".

Metoda de căutare "întâi-în-adâncime" începe să lucreze de la nodul rădăcină şi trece în jos (adâncime) pe fiecare cale de la nodul rădăcină către nodul frunză, căutând nodul scop. Dacă se întâlneşte sfârşitul căii şi rezultatul căutării este un eşec, un algoritm numit *backtracking* determină întoarcerea la un nod necercetat şi se reîncepe căutarea pe o nouă cale (figura nr. 4.5).

Scanned with OKEN Scanner

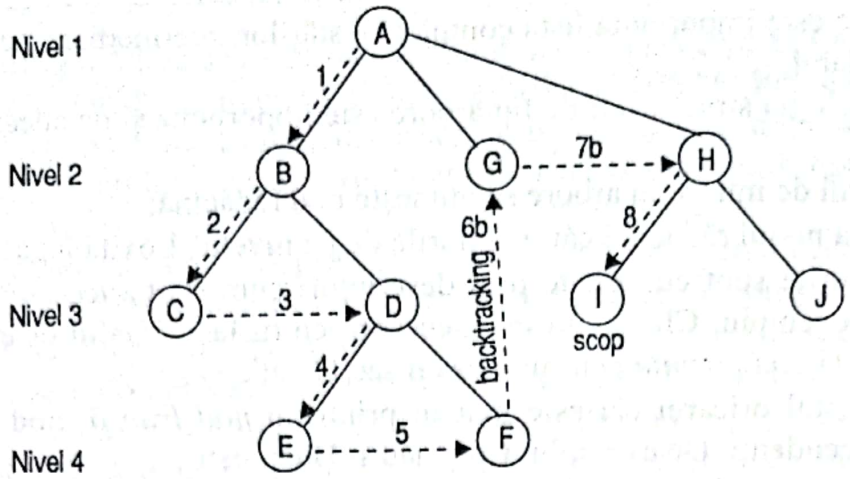


Fig. nr.4.5. *Căutare "întâi-în-adâncime" (depth-first)*

Căutarea începe cu nodul A, se continuă cu nodurile B-C-D-E-F, unde se face backtracking la nodul G, iar aici se continuă cu nodurile G-H-I unde se ajunge la nodul scop. Trebuie să observăm că:

- nu se parcurg din nou nodurile care au mai fost incluse în căutare;
- căutarea este direct dependentă de locul nodului scop;
- în general, nodul scop este găsit cu întârziere.

Metoda de căutare "întâi-în-lățime" începe să lucreze de la nodul rădăcină, dar caută mai întâi toate nodurile de pe primul nivel subordonat rădăcinii, apoi trece la nivelul următor la care se caută toate nodurile ș.a.m.d. Procesul continuă până când este găsit nodul scop ("succes") sau până când fiecare nod a fost explorat "fără succes" (figura nr. 4.6).

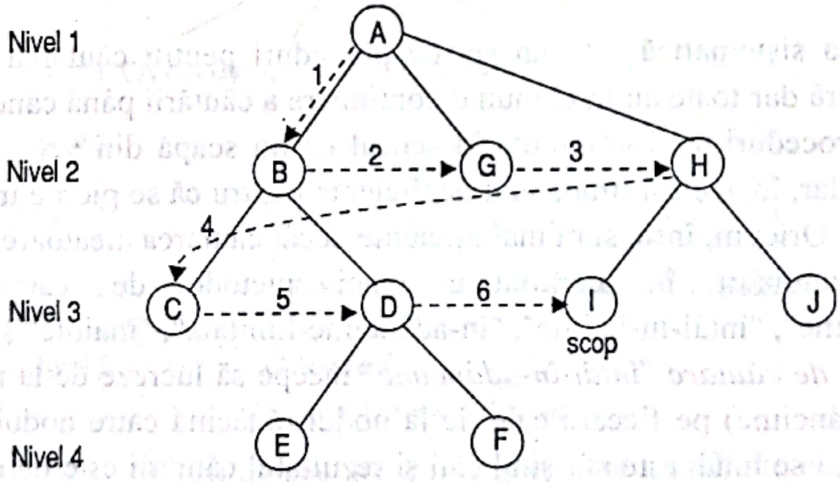


Fig. nr.4.6. *Căutarea "întâi-în-lățime"(breadth-first)*

Și această metodă de căutare permite o căutare completă, dar neeficientă. Cantitatea de efort este dependentă de locul unde se află nodul scop, care de regulă nu este predeterminat.

Ambele metode suferă de limitele de eficiență și timp. Căutarea "întâi-în-adâncime" poate întâlni situații de ciclare la infinit, dacă există o ramură fără soluție înaintea ramurii care conține un scop.

Metoda de căutare "în-adâncime-limitată" se utilizează adesea pentru a limita dezavantajele menționate mai sus. În această metodă s-au grupat cele două abordări

precedente: o descompunere a arborelui în tranşe de k niveluri şi efectuarea în fiecare tranşă a unei căutări în adâncime înaintea trecerii la tranşa următoare.

Fiecare dintre aceste trei metode de mai sus au avantaje şi dezavantaje. Eficienţa lor depinde de configuraţia iniţială a arborelui de căutare. În toate se explorează ansamblul soluţiilor posibile, deci au o strategie de căutare exhaustivă.

Se pot utiliza şi două metode de căutare numite *"înainte"* (forward search) în sensul că are loc o deplasare înainte de la starea iniţială către starea finală şi respectiv *"înapoi"* (backward search), la care căutarea începe de la starea scop şi se orientează către starea iniţială. Deci se poate realiza o utilizare multiplă a arborelui de căutare, de la rădăcină către frunze, dar poziţiile pe niveluri ale scopului şi stării iniţiale sunt mereu schimbate.

O căutare poate începe din oricare nod al arborelui de căutare şi poate să se facă "înainte" către starea scop sau "înapoi" către starea iniţială, întotdeauna căutarea este sistematică şi va localiza nodul scop numai dacă el există. Acest tip de căutare se mai numeşte căutare "oarbă", în sensul că procesul de căutare nu este dotat cu nici o idee despre locul unde se află nodul scop şi până nu este localizat căutarea nu se opreşte. De aici, ineficienţa din punct de vedere al timpului de căutare. Însă problema ineficienţei este considerată şi în termeni de cost. Există căi de reducere a costului căutării prin metodele euristice.

4.1.4.2. Căutarea euristică

Euristicile se referă, am văzut mai înainte, la sugestii sau reguli izvorâte din experienţă astfel: dacă există câteva căi de ales dintr-un arbore de căutare, o euristică oferă o regulă pentru alegerea celei mai bune căi în vederea ajungerii la nodul scop şi cum să se facă alegerea mai uşoară a căii din punctul de vedere al timpului necesar.

Euristicile nu garantează neapărat aflarea soluţiei la o problemă din prima încercare şi nici localizarea scopului în modul cel mai eficient. Utilizarea euristicii implică în multe cazuri folosirea aceluiaşi tip de evaluare cu formule sau valori pentru determinarea dorinţei de ajungere la starea următoare în căutarea scopului sau soluţiei problemei. Este vorba de evaluare matematică, executată cu o funcţie de evaluare. De exemplu, evaluarea distanţei în km, evaluarea carburantului necesar pentru cea mai scurtă cale dintre două localităţi, evaluarea unei rute neaglomerate în situaţia în care traficul este aglomerat chiar dacă distanţa în km este mai mare etc.

4.2. STRATEGII DE RAŢIONAMENT

De câte ori ne gândim la raţionament trebuie să avem în vedere logica, disciplina ştiinţifică, care studiază procesele de raţionament şi sistemul de reguli şi proceduri utilizate în raţionamente. Toate acestea au suscitat interes deosebit în conceperea sistemelor expert. Să examinăm trei strategii de raţionament: deducţia, inducţia şi abducţia.

Scanned with OKEN Scanner

4.2.1. Deducția

Deducția este procesul de raționament, prin care fiind cunoscute principiile generale, acestea se aplică la cazuri particulare (instanțe), pentru a deriva o concluzie particulară. De exemplu, dacă știm că dobânda la un credit este în funcție de produsul (rata dobânzii×durata creditului)×suma împrumutată vom deduce că dobânda este în funcție de rata dobânzii și durata de utilizare a creditului.

Nu toate principiile generale pot fi cuantificate sau acceptate. Pentru a utiliza raționamentul deductiv trebuie stabilită o situație, o stare care folosește premise majore și premise minore. De exemplu, nu se vor livra componentele unei instalații decât dacă toate sunt testate calitativ.

Fapte inițiale { Premisa majoră : Toate componentele trebuie testate calitativ
Premisa minoră : Cel puțin o componentă n-a fost testată

.....

Fapt nou dedus | Deducția : Instalația nu poate fi livrată

În acest exemplu, concluzia este validă deoarece atât premisa majoră, cât și premisa minoră sunt adevărate.

Există și posibilitatea ca o premisă majoră să fie însoțită de câteva premise minore, caz în care toate premisele minore trebuie să fie adevărate, altfel deducția nu este validă. Toate aceste cerințe constituie o limită a raționamentului deductiv. Problemele din realitate ne pot confrunta și cu situații în care premisele minore nu sunt toate 100% adevărate. În asemenea situații nu se poate realiza o deducție validă.

4.2.2. Inducția

Ca și deducția, inducția este procesul de raționament care utilizează fapte în vederea inferării unor concluzii. Spre deosebire de deducție, inducția are concluzia de ordin general, iar premisele de ordin particular. Se știe că concluzia în cazul deducției este inferată numai din fapte cunoscute. De exemplu:

Fapte inițiale { Premisa 1: Bujiile defecte determină o funcționare proastă a motorului
Premisa 2: Alternatorul defect determină o funcționare proastă a motorului
Premisa 3: Uleiul prost determină o funcționare proastă a motorului

.....

Concluzia: Bujiile defecte și alternatorul defect și uleiul prost sunt cauze ale funcționării proaste a motorului

Dacă ne uităm atent la acest exemplu, observăm că prima premisă induce concluzia dar nu în întregime, iar pe măsură ce sunt adăugate și alte premise la procesul inferențial, concluzia capătă mai multă consistență. Concluzia este cea mai corectă dacă toate premisele sunt advărate. În mod uzual, acest lucru se întâlnește rareori. Din aceste motive raționamentul inductiv trebuie să țină seama de *incertitudinea premiselor*, ca să obțină concluzii mai mult sau mai puțin certe. Și încă un aspect important: concluzia inferată este modificabilă în timp pe măsura adăugării altor fapte premise.

Scanned with OKEN Scanner

Oamenii utilizează în mod curent raţionamentul inductiv. Din câteva fapte ei pot infera concluzii despre lucruri, stări, oameni etc., de fiecare dată cu un anumit grad de certitudine sau incertitudine.

4.2.3. Abducţia

Abducţia este cel de-al treilea tip de strategie inferenţială. Ca şi deducţia, utilizează premisele majoră şi minoră. Spre deosebire de deducţie, abducţia nu este o formă naturală, normală a inferenţei. De exemplu:

Fapte iniţiale { Premisa majoră: Dacă temperatura este mai mare de 37°C atunci nu voi merge la serviciu
Premisa minoră: Nu merg azi la serviciu

.....

Concluzia: Temperatura este de 37,5°C

Din acest exemplu, rezultă că mai pot fi şi alte raţiuni pentru care nu merg azi la serviciu: regia de transport este în grevă, maşina personală este defectă etc.

În ciuda faptului că abducţia nu este o tehnică inferenţială validă, ea este uneori foarte necesară, mai ales în sistemele expert de tip diagnostic tocmai pentru că poate genera explicaţii posibile. Ea trebuie utilizată întotdeauna cu mare grijă. De exemplu:

IF nu este curent la reţea
THEN calculatorul nu porneşte

Deci, dacă vedem că nu porneşte calculatorul, nu putem infera neapărat că nu este curent la reţea. Deşi aceasta ar putea fi o explicaţie plauzibilă nu poate fi şi definitivă, din care cauză trebuie să identificăm şi alte cauze.

Abducţia acţionează ca un fel de euristică în sensul că ne oferă un punct de plecare în raţionamentele următoare, care sunt întotdeauna obligatorii.

4.3. INCERTITUDINEA ŞI RAŢIONAMENTUL

Incertitudinea, în mare măsură, este o parte a proceselor inferenţiale, mai ales când se utilizează deducţia sau abducţia.

În cazul deducţiei este adesea imposibil de ştiut toate faptele necesare pentru inferarea unei concluzii. Ca urmare, trebuie să se decidă de la ce punct va începe deducţia, în ciuda lipsei tuturor premiselor necesare.

Aceeaşi situaţie poate fi întâlnită şi atunci când se utilizează raţionamentele inductive şi deductive. Din această cauză, sistemele expert sunt menite să raţioneze cu cunoaştere incompletă, incertă sau imprecisă.

Sistemele pot cere utilizatorului să introducă şi să primească apoi o informaţie dacă poate sau nu să răspundă la o întrebare. Sistemele expert trebuie să ţină seama întotdeauna de lipsa cunoaşterii atunci când fac raţionamente deoarece vor ajunge la o concluzie sau răspuns care de multe ori diferă de cel anticipat.

Nu acesta este cazul produselor informatice clasice, la care chiar dacă datele lipsesc sau sunt incomplete rezultatele sunt întotdeauna incorecte, dar niciodată nu vor putea lucra cu date incomplete sau incerte.

Incertitudinea este tratată ca un proces în trei paşi (figura nr. 4.6.1).

Scanned with OKEN Scanner

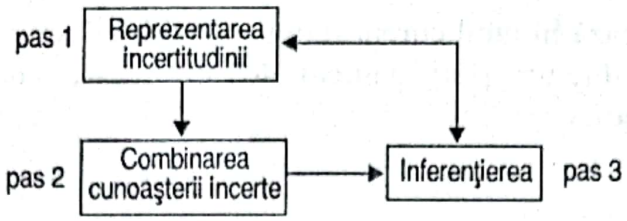


Fig. nr.4.6.1 *Inferenţierea cu incertitudine*

În pasul 1, expertul oferă cunoaştere imprecisă, incertă, care este în termeni euristici (reguli) cu valori de probabilitate. În pasul 2, cunoaşterea imprecisă se utilizează direct la producerea inferenţelor. În multe cazuri, evenimentele, situaţiile, conceptele reprezentate sunt necorelate şi devine necesară combinarea cunoaşterii oferită în pasul 1. În acest scop se pot utiliza câteva metode mai importante: metoda Bayes, teoria evidenţei, teoria factorilor de certitudine şi teoria seturilor fuzzy. În pasul 3, scopul sistemului expert constă în producerea de inferenţe. Lucrând cu motoarele de inferenţe, experţii pot ajusta intrările din pasul 1, după ce s-au convins de rezultatele obţinute în paşii 1 şi 2.

Factorii de certitudine

Incertitudinea este manipulată în sistemele expert prin utilizarea factorilor de certitudine (confidence factors). Ei măsoară gradul de încredere (confidenţă) al cunoaşterii implicate în sistemele expert şi nu se confundă cu coeficienţii de probabilitate deoarece ei reflectă încrederea în cunoaştere (fapte, reguli) mai degrabă decât probabilitatea. Ce înseamnă, de exemplu, dacă spunem "şansa de a fi inflaţie este de 50%?". Nu înseamnă că probabilitatea este de 0,5, atribuită acestui fapt posibil, ci înseamnă că specialistul în previziuni are încredere în proporţie de 50% în acest fapt, proporţie la care a juns în urma unor calcule, cu numeroşi factori generatori de inflaţie, făcute în prealabil, uneori chiar calcule statistice. Dar statistica, se ştie, nu este o ştiinţă a exactităţii.

Notă: Vom considera în exemplele noastre drept factori de certitudine numerele cuprinse în intervalul -1 (pentru incertitudine sau neîncredere absolută) şi +1 (pentru încredere sau certitudine absolută), vezi fig. nr. 4.6.2.

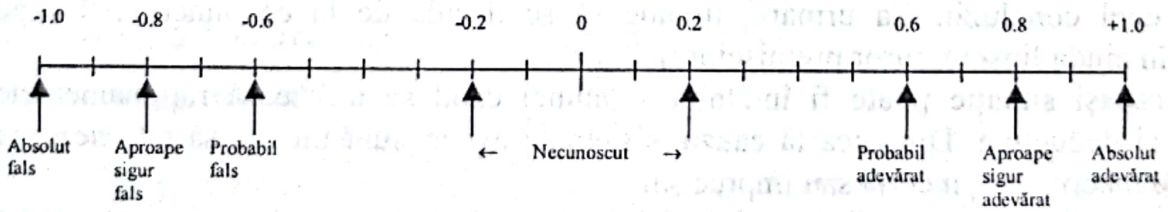


Fig. nr.4.6.2. *Factor de certitudine utilizat în sistemul MYCIN*

Se observă clar că factorul de certitudine reprezintă o metodă convenţională utilizată în sistemele expert pentru gestiunea cunoaşterii incerte/imprecise. El este o valoare numerică ataşată unei premise sau unei concluzii dintr-o regulă şi reprezintă gradul de încredere în acel enunţ.

Scanned with OKEN Scanner

Factorii de certitudine sunt adesea atribuiţi de către experţi în baza raţionamentelor lor specifice. Ei se pot schimba în timpul proceselor inferenţiale şi astfel o nouă cunoaştere este adăugată, dar în orice moment ei sunt valori statice. Factorii de certitudine se pot asocia atât premiselor (IF), cât şi concluziilor (THEN) din reguli. De exemplu:

IF A (FC=0.6)
THEN B

IF C
THEN D (FC=0.8)

Aceste două reguli stabilesc un nivel, un prag, adică o valoare de care este nevoie pentru factorul de confidenţă astfel încât o regulă să se declanşeze în execuţie. Acest nivel (prag) este stabilit de către cognotician în urma consultării cu expertul. Pragul poate să difere de la o regulă la alta.

Pentru demonstraţie este nevoie să luăm în seamă efectul valorilor pragului atunci când mai multe reguli sunt înlănţuite la execuţie(lanţ inferenţial).

În practică se foloseşte *tehnica mediei* fără să se fi stabilit un consens asupra celei mai bune tehnici pentru determinarea valorii pragului. Validitatea pragului trebuie întotdeauna testată în timpul rafinării (utilizării) sistemului expert.

Există, în sistemele expert, reguli cu mai multe condiţii în premise. Agregarea factorilor de certitudine ataşaţi fiecărei condiţii nu este încă standardizată în rândul cognoticienilor, deşi propagarea lor a făcut obiectul mai multor cercetări. De exemplu:

IF A (FC=0.6)
AND B (FC=0.3)
AND C (FC=0.8)
THEN D

Problema este ce factor de certitudine să se atribuie lui D?

- unii argumentează că trebuie folosit cel mai mare dintre factorii ataşaţi condiţiilor;
- alţii motivează că cel mai bun este factorul cel mai mic;
- alţii sprijină ideea unei medii a factorilor ataşaţi condiţiilor, cu sau fără rotunjirea rezultatului.

O problemă similară se întâlneşte şi în cazul execuţiei unui lanţ de reguli. Nici în acest caz nu există propuneri general acceptate şi dacă o regulă a fost elaborată incorect atunci incorectitudinea se va propaga în tot lanţul inferenţial.

Este foarte clar că, deşi, lucrul cu incertitudinea este un avantaj recunoscut al sistemelor expert, aceasta poate deveni un dezavantaj major dacă nu este corect tratată de către cognotician şi expert. Ei trebuie să studieze toate alternativele posibile pentru a menţine credibilitatea sistemului expert.

Logica fuzzy

Una dintre cele mai interesante tehnici în legătură cu toată problematica incertitudinii este logica fuzzy. Această tehnică reprezintă o cale de a lucra cu valori neambigue în contextul cunoaşterii ambigue (imprecise).

Scanned with OKEN Scanner

De exemplu, putem spune că "inflaţia este mare". Dar ce înţelegem prin "mare"? 2%, 15%, 150% sau 900%?

O valoare particulară a mărimii inflaţiei trebuie obligatoriu dată deoarece termenul "mare" este imprecis şi relativ. Logica fuzzy îşi propune să definească asemenea termeni imprecişi (variabile lingvistice), cum sunt: "înalt", "mare", "mic", "rapid", "tare" etc. Prin logică fuzzy se poate defini un asemenea termen prin asocierea unei limite cu ajutorul unui coeficient de probabilitate. În felul acesta, termeni de genul celor de mai sus devin cuantificabili cu valori exacte, fără să mai fie ambigui (vezi fig. 4.6.3).

Termenii ambigui (imprecişi) sunt reprezentaţi prin **seturi fuzzy**, care captează din punct de vedere cantitativ interpretarea calitativă a termenilor. Figura 4.6.3. indică trei seturi fuzzy pentru domeniul mărimii inflaţiei printr-un număr numit **valoare membru** sau grad de apartenenţă. Această valoare este un număr din intervalul [0,1], care reflectă nivelul de încredere al expertului că o mărime dată a inflaţiei corespunde unui set fuzzy dat. De exemplu, o inflaţie de 35% va fi una medie care corespunde valorii membru 1. În plus, logica fuzzy permite scrierea regulilor fuzzy, care conţin seturi fuzzy atât în parte de IF, cât şi în parte de THEN. Iată un exemplu:

IF Inflaţia este mare
THEN Rata dobânzii este mare

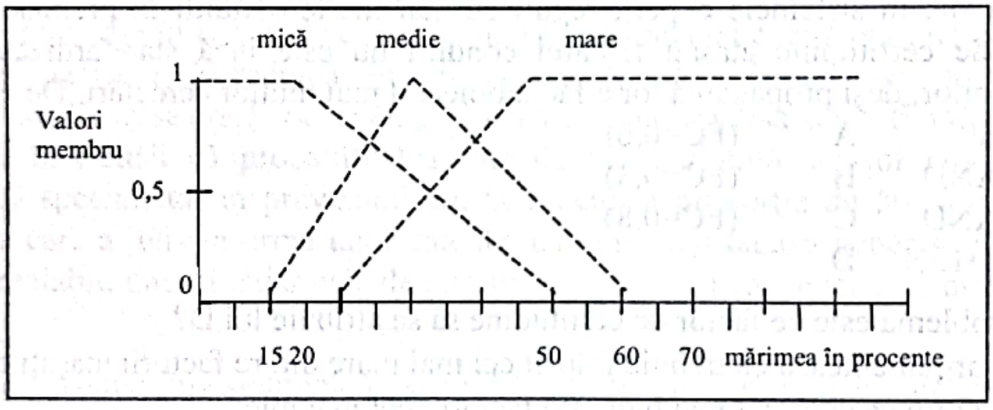


Fig. nr.4.6.3. *Seturi fuzzy pe mărimea inflaţiei*

Reprezentarea termenilor imprecişi este de mare complexitate şi dificultate. Din acest motiv, logica fuzzy nu este încă utilizată pe scară largă în sistemele expert. Cercetările în acest domeniu sunt în mare vogă în prezent.

Raţionamentul cu cadre

Acest tip de raţionament este mai complicat decât raţionamentul cu reguli, despre care am discutat până acum. Sloturile oferă un mecanism de raţionament numit *prelucrare orientată pe aşteptări* (expectation-driven processing). Sloturile goale se pot umple, în anumite condiţii, cu date (cunoaştere) care confirmă aşteptările. În felul acesta, raţionamentul urmăreşte dacă se confirmă aşteptările, moment în care sloturile se vor umple cu valori. În absenţa altor informaţii, valoarea implicită ataşată unui slot se păstrează în continuare.

Scanned with OKEN Scanner

Se pot face inferenţe despre noi obiecte, evenimente şi/situaţii, deoarece cadrele oferă o bază de cunoştinţe stabilită pe experienţa anterioară.

Acest raţionament se poate efectua, fie cu reguli, fie în mod ierarhic.

O regulă poate infera despre caracteristicile unui cadru prin referire la valoarea sloturilor sale. De exemplu, o rută de transport spre o destinaţie spre care un pod defect trebuie ocolit de către autovehiculele de mare tonaj. Baza de cunoştinţe va conţine în acest caz o regulă de tipul:

R1: IF Greutatea MAŞINA-1 > 300to
THEN Ocoleşte podul-A

Dacă valoarea slotului *Greutatea* al cadrului MAŞINA-1 este mai mare decât 300to atunci şoferul va ocoli *podul-A*.

Regulile se pot utiliza pentru prelucrarea cunoaşterii structurate în ceea ce se numeşte *taxonomie*. De exemplu, o regulă despre serviciul la o staţie de benzină, unde maşinile opresc pentru alimentare.

R2: IF ?MAŞINA este-un AUTOMOBIL
AND ?MAŞINA are-un ?MOTOR
AND ?MOTOR este-un DIESEL
THEN Stabileşte CARBURANT al ?MAŞINA pentru CAMIOANE

În acest caz, pe prima linie din IF motorul de inferenţe aşteaptă instanţierea variabilei ?MAŞINA, cu fiecare cadru, dar se vor reţine numai situaţiile care sunt membre ale clasei AUTOMOBIL. Pe a doua linie se instanţiază variabila ?MOTOR, cu fiecare cadru de tipul ?MAŞINA pentru a observa vreo relaţie. Pe linia a treia se trece prin orice instanţiere a regulii pentru care ?MOTOR nu este membru al clasei DIESEL. Pe linia a patra se stabileşte, în final, slotul CARBURANT vehiculului asociat la valoarea CAMIOANE.

Raţionamentul cu o taxonomie a cunoaşterii nu este exclusiv provenit din reguli şi multe sisteme expert bazate pe cadre utilizează baze de cunoştinţe cu reguli.

În *raţionamentul ierarhic*, anumite alternative sau evenimente sunt eliminate de la diferitele niveluri ale ierahiei căutării. De exemplu, la un nivel trebuie următoarea regulă:

R2: IF FABRICA de ?MAŞINA este DACIA S.A.
THEN ?MAŞINA nu este MEMBRU de DIESEL

Această regulă va elimina un număr de clase şi subclase de la operaţia de instanţiere.

4.4. STRATEGII DE CONTROL ALE RAŢIONAMENTULUI

Mai înainte am observat că noţiunea de strategie de control este în legătură cu trecerea de la o stare la alta în procesul de raţionament, pentru rezolvarea problemelor. Strategia de control determină cum o căutare să fie direcţionată în scopul atingerii stării finale (scopul).

Scanned with OKEN Scanner

Sistemele expert fac, însă, uz de strategii de control în procesele de raţionament. Aceste strategii sunt utilizate pentru a căuta în baza de cunoştinţe faptele şi /regulile care trebuie folosite pentru a se ajunge la soluţia problemei. Două sunt strategiile de control ale raţionamentului, cele mai uzuale: strategia de control înainte şi strategia de control înapoi.

Aceste strategii sunt puternice şi relativ uşor de implementat în motoarele de inferenţe.

Strategia de control înainte

Strategia bazată pe fapte se numeşte strategie de control înainte (forward-chaining) sau înlănţuire-înainte. Fiind date faptele (baza de fapte iniţială) se caută "înainte" până se ajunge la scop. Regulile sunt utilizate "spre înainte" şi ele generează noi fapte, care se pot utiliza în alte reguli, care la rândul lor... De exemplu, pentru baza de fapte iniţială şi baza de reguli de mai jos strategia de control înainte operează astfel:

Baza de fapte iniţială (BF): A, B, C, D, E
Baza de reguli iniţială (BR):
1. IF A AND B THEN F
2. IF C AND D THEN G
3. IF F AND G THEN H
4. IF E AND H THEN I

Notă: Se observă că regulile 1 şi 2 conţin informaţii despre faptele iniţiale (cunoscute), regula 3 foloseşte faptele F şi G care nu se află în BF, iar regula 4 conţine un fapt cunoscut (E) şi altul necunoscut, care va fi dedus cu regula 3.

Deoarece A şi B sunt cunoscute, regula 1 deduce pe F, care devine fapt cunoscut şi se adaugă în baza de fapte astfel: BF={A, B, C, D, E, F}.

Pentru că C şi D sunt cunoscute, regula 2 deduce pe G, care se adaugă în baza de fapte, astfel: BF={A, B, C, D, E, F, G}.

Deoarece se cunosc F şi G, regula 3 deduce pe H, pe care-l adaugă în baza de fapte, astfel: BF={A, B, C, D, E, F, G, H}.

În fine, prin regula 4, deoarece se cunosc E şi H se deduce I (soluţia căutată sau scopul) care va intra şi el în baza de fapte astfel: BF={A, B, C, D, E, F, G, H, I}.

Dacă presupunem că I este soluţia căutată, atunci lanţul de reguli utilizat (lanţul inferenţial) este cel din figura nr. 4.7.1.

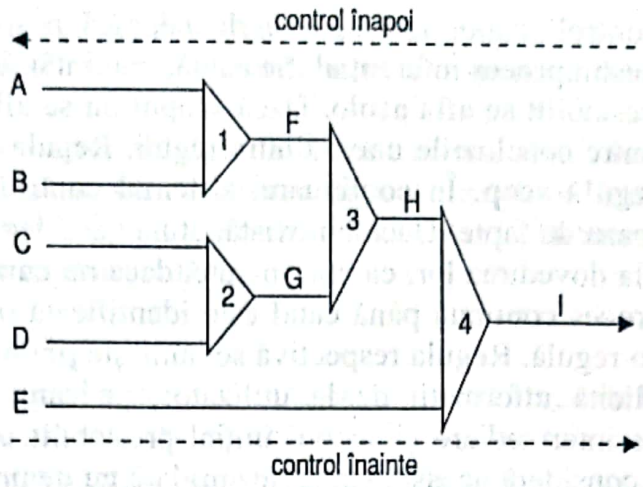


Fig. nr.4.7.1 *Înlănţuirea regulilor în procesul de raţionament*

Să ne punem întrebarea, ce s-ar fi întâmplat dacă E ar fi fost scopul, care nu este dat în baza de fapte iniţială, BF={A, B, C, D}?

În acest caz, controlul era altul întrucât E nu este deductibil prin nici una dintre regulile 1-4 şi deci aveam nevoie de alt mecanism de control. Strategia de control înainte corespunde metodei modus-ponens din logică. **Această strategie începe să acţioneze asupra unui set de fapte cunoscute, derivă noi fapte folosind regulile ale căror premise se potrivesc faptelor cunoscute şi continuă acest proces până când este găsită starea scop sau până când nu mai sunt reguli cu premise corespunzătoare faptelor existente sau celor derivate.** În fig. nr. 4.7.2. se prezintă procesul inferenţial specific acestei strategii de control.

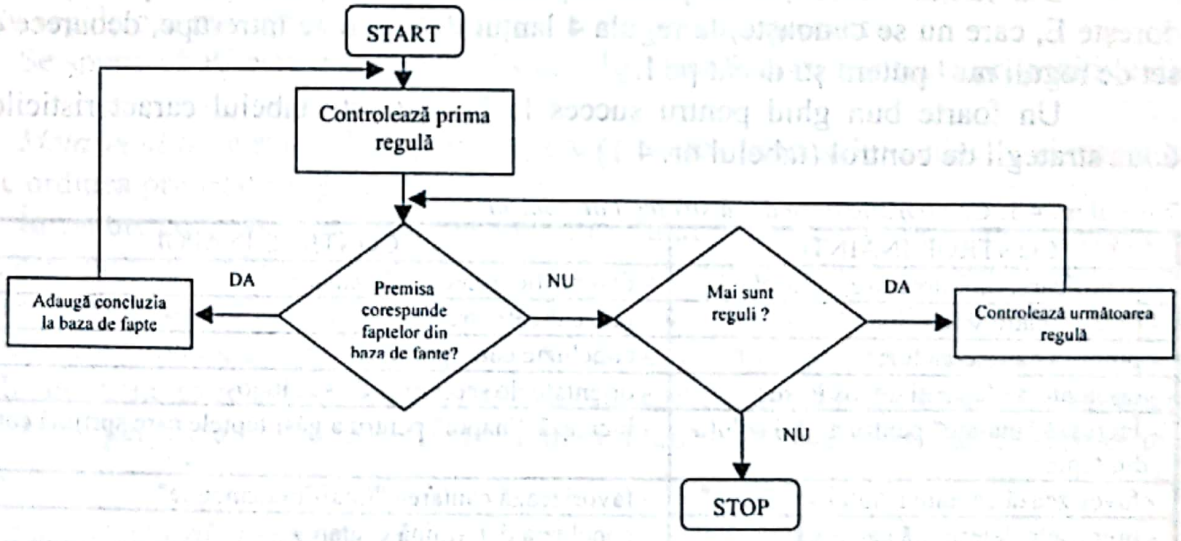


Fig. nr. 4.7.2. *Procesul inferenţial conform strategiei de control înainte*

Strategia de control înapoi

Strategia bazată pe scop se numeşte strategie de control înapoi (backward chaining) sau înlănţuire înapoi. Ea este o altă cale de utilizare a faptelor şi regulilor pentru a obţine soluţia problemei. Ne deplasăm înapoi de la scopul prestabilit către faptele iniţiale cunoscute, ca să vedem dacă sunt sau nu necesare la soluţionarea problemei.

Scanned with OKEN Scanner

Strategia de control înapoi încearcă să dovedească o ipoteză prin colectarea informației necesare acestui proces inferențial. Se caută, mai întâi, în baza de fapte pentru a vedea dacă scopul prestabilit se află acolo. Dacă scopul nu se află în baza de fapte, se trece la căutarea sa printre concluziile uneia dintre reguli. Regula identificată în această manieră se numește **regulă scop**. În continuare, sistemul controloează dacă premisele regulii scop se află în baza de fapte. Dacă nu există, atunci acestea devin scopuri noi sau **subscopuri** și se trece la dovedirea lor, ca mai înainte, dacă nu cumva ele sunt suportate de alte reguli. Acest proces continuă până când este identificată o premisă care nu este suportată de către nici o regulă. Regula respectivă se numește **primitivă**. Când este găsită primitiva, sistemul solicită informații de la utilizator, pe care le folosește pentru a demonstra subscopurile intermediare și scopul inițial prestabilit. Acestea sunt motivele pentru care specialiștii consideră această strategie similară cu demonstrarea ipotezelor de către experții umani. Deși sistemele funcționând după strategia de control înapoi stabilesc cel puțin un scop de demonstrat, există și sisteme care își propun să demonstreze o secvență de scopuri trecute într-o **agendă**.

În cazul exemplului de mai sus, presupunem că I este scopul urmărit. Pentru a-l cunoaște pe I, se observă că trebuie să le cunoaștem pe E și H. Din regula 4 este posibil acest lucru. Dar pe E îl cunoaștem din baza de fapte inițială. Pentru a-l cunoaște pe H trebuie să le cunoaștem pe F și G. Acestea se cunosc din regula 3. Pe F îl cunoaștem, însă, după ce A și B devin cunoscute din regula 1. Pentru a-l cunoaște pe G, trebuie să le cunoaștem pe C și D din regula 2. Întrucât știm că baza de fapte inițială conține pe A, B, C, D, E, putem verifica dacă-l cunoaștem pe I mergând înapoi prin reguli și fapte în sensul în care ne indică săgeata punctată din figura nr. 4.7. (control înapoi).

Dar lanțul inferențial se poate segmenta în două părți. Dacă presupunem că se dorește E, care nu se cunoaște, la regula 4 lanțul de reguli se întrerupe, deoarece cu acest set de reguli nu-l putem ști decât pe I.

Un foarte bun ghid pentru succes la învățat este tabelul caracteristicilor celor două strategii de control (tabelul nr. 4.1).

Tabelul nr. 4.1. *Comparație între două strategii de control*

CONTROL ÎNAINTE	CONTROL ÎNAPOI
- planificare, monitorizare, control	- diagnostic, selecție, depanare
- prezent către viitor	- prezent către trecut
- premisă către concluzie	- concluzie către premisă
- orientate de fapte și de jos în sus	- orientate de scopuri și de sus în jos
- lucrează "înainte" pentru a găsi soluția din fapte	- lucrează "înapoi" pentru a găsi faptele care sprijină concluzia
- favorizează căutarea "întâi-în-lățime"	- favorizează căutarea "întâi-în-adâncime"
- premisele determină căutarea	- concluzia determină căutarea
- nu favorizează explicațiile	- favorizează explicațiile și solicită răspunsuri de la utilizatori
- nu face dialog cu utilizatorul	- face dialog cu utilizatorul

Strategia de control înainte este excelentă pentru probleme de tip planificare, monitorizare, control și interpretare. Strategia de control înapoi este excelentă pentru probleme de diagnostic, selecție și depanare. Sunt posibile diagnosticele și în strategia de control înainte, după cum planificarea poate fi realizată și prin strategia de control înapoi. În particular, însă, explicațiile sunt favorizate de către controlul înapoi, deoarece sistemul

Scanned with OKEN Scanner

poate explica mai uşor ce scop se încearcă să fie atins. În controlul înainte, explicaţiile sunt mai dificile deoarece subscopurile nu sunt explicit cunoscute până nu sunt descoperite.

O bună aplicare a controlului înainte este atunci când arborele de căutare este mai mult larg şi nu foarte adânc, tocmai pentru că permite cel mai bine căutarea în lăţime. La controlul înapoi cel mai bine este permisă căutarea în adâncime, lucru care corespunde unui arbore de căutare îngust şi adânc.

Strategia de control mixtă

Strategia de control mixtă combină cele două strategii de bază pentru ca în timpul căutării prin baza de cunoştinţe să înlăture incovenientele acestora, reţinând numai avantajele lor. Tipul strategiei de control variază de la un motor de inferenţe la altul, iar punerea sa în lucru ridică numeroase dificultăţi practice. Multe sisteme expert folosesc ambele strategii de control, mai ales în aplicaţiile în care este naturală soluţionarea problemelor alternativ, prin "orientare pe fapte" sau prin "orientare pe scop". Cognoticienii combină în mod natural cele două metode fie prin elaborarea de sisteme separate, fiecare cu propria strategie inferenţială, fie prin încorporarea unor domenii care acţionează în manieră "în-înainte".

Strategii de control mai complexe

Există două strategii de control mai complexe, în care activarea regulilor se calculează: strategia fixă şi metaregulile. Aceste strategii se mai numesc şi strategii de rezolvare a conflictelor şi permit diferenţierea tipurilor de motoare de inferenţă.

În cazul *strategiei fixe* se remarcă: ultima regulă utilizată; regula cea mai utilizată; regula cea mai apropiată de scop şi regula cea mai specifică.

Se spune că Ri este mai specifică decât Rj, dacă Ri conţine toate propoziţiile din Rj.

Metaregulile se referă la reguli care conţin starea procesului deductiv şi modifică dinamic ordinea priorităţii regulilor la declanşare.

În raport cu metodele de raţionament, discutate anterior, trebuie amintite şi alte criterii, care diferenţiază între ele motoarele de inferenţe în problema strategiei de control. De exemplu, o strategie este *irevocabilă* dacă regulile aplicate nu sunt reluate în procesul de raţionament. Invers, o strategie este *prin tentative*, dacă regulile sunt reluate în proces, dacă ele nu s-au executat şi au determinat un eşec; motorul de inferenţe va opera backtracking pentru a încerca verificarea unei reguli pe care eventual a sărit-o mai înainte.

Raţionamentul cauzal şi superficial

Un lanţ inferenţial mai lung reprezintă mai multă cunoaştere cauzală sau profundă, în timp ce raţionamentul superficial utilizează de obicei o singură regulă sau numai câteva inferenţe. În afară de lungimea lanţului inferenţial, calitatea cunoaşterii din reguli este un factor major pentru determinarea profunzimii sau superficialităţii raţionamentului.

Cunoaşterea superficială se defineşte şi prin utilizarea cunoaşterii bazate pe experienţă. Sistemele expert care utilizează un lanţ inferenţial pentru a stabili o concluzie

Scanned with OKEN Scanner

utilizează în mod real teoreme, altfel, în caz contrar, nu s-ar utiliza sisteme expert pentru inferenţe cauzale, ci numai inferenţe superficiale, cu reguli fără înlănţuire.

În raţionamentul superficial nu există nici un lanţ cauzal, de la cauză la efect, de la o regulă la alta. În cel mai simplu caz, cauza şi efectul se află în una sau mai multe relaţii dintre reguli. Acest tip de raţionament prezintă avantajul uşurinţei în programare şi programarea mai uşoară înseamnă timp de dezvoltare mai mic, sistem expert mai mic şi mai rapid, obţinut la un cost de dezvoltare mai redus.

Cadrele şi reţelele semantice sunt cele două metode utile pentru raţionamentul cauzal (profund). Termenul *cauzal* este sinonim, aici, cu termenul *profund*, deoarece implică o înţelegere mai aprofundată a problemei. O înţelegere mai aprofundată a problemei însemnă că, în ciuda înţelegerii lanţului cauzal din procesul inferenţial, se înţelege şi procesul în sensul său abstract. Pe baza raţionamentului cauzal se realizează şi o explicare mai reuşită a raţionamentelor, se poate scrie mai uşor un sistem expert pentru diagnostic.

Raţionamentul cauzal se poate utiliza la rafinarea operaţiilor unui sistem, determină posibilitatea construirii unor modele de sisteme reale cu care se simulează raţionamentul ipotetic cu cereri de tipul "ce se întâmplă dacă?" (what if?).

Uneori, modelele cauzale nu sunt nici necesare, nici dorite, iar semnificaţia lor este foarte diferită de la un domeniu la altul sau de la o activitate la alta în cadrul aceluiaşi domeniu.

Din cauza creşterii cererii de raţionament cauzal, a devenit necesară combinarea anumitor reguli într-una de raţionament superficial. Regula singură este teorema care se va dovedi prin rezoluţie.

Rezoluţia

Rezoluţia este o regulă de inferenţă, foarte puternică, introdusă de Robinson în 1965 şi implementată în teorema demonstrării automate a programelor de inteligenţă artificială. În Prolog, rezoluţia este principala regulă de inferenţă, în locul mai multor reguli de inferenţă cu aplicabilitate limitată ca: modus-ponens, modus-tollens ş.a.

Rezoluţia în Prolog reduce spaţiul de căutare. De exemplu, silogismul clasic, menţionat anterior, se exprimă astfel:

muritor(x): – om(x).
om(Socrate).
:– muritor(Socrate).

Prolog se bazează pe logica predicatelor de ordinul I, completată cu posibilităţi extralogice: intrări/ieşiri, **cut** (pentru modificarea spaţiului de căutare), **assert/retract** (care modifică valoarea de adevăr fără vreo justificare logică).

Rezoluţia acţionează asupra unor enunţuri de formă cauzală, nişte formule de predicate logice de tip restrictiv. De exemplu, în loc de $A1, A2, ..., An \rightarrow B$, ca în clauzele Horn, se face $B{:-}A1, A2, ..., An$, în care $\rightarrow$ şi :– înlocuiesc pe IF din reguli.

Scopul de bază al rezoluţiei este de a infera o nouă clauză (numită rezolvent) din alte două clauze (numite părinte).

4.5. STUDIU DE CAZ

SEPECC – prototip de sistem expert pentru evaluarea şi clasificarea creditelor.
Scop: demonstrarea strategiilor de raţionament.

Pentru regulile din paragraful 3.3. includem şi factori de certitudine. Mai întâi detaliem valorile variabilei *serviciul datoriei*, conform studiului de caz din paragraful 2.15. şi vom ţine seama de ele în regulile următoare:

Regula 1:
IF performanţa financiară este A
AND serviciul datoriei este BUN(0.90)
THEN clasa de credite este STANDARD

Regula 2:
IF performanţa financiară este A
AND serviciul datoriei este SLAB(0.50)
THEN clasa de credite este ÎN OBSERVAŢIE

Regula 3:
IF performanţa financiară este A
AND serviciul datoriei este NECORESPUNZĂTOR(0.40)
THEN clasa de credite este SUBSTANDARD

Regula 4:
IF ratele şi dobânzile se plătesc la scadenţă
OR întârzierea este maximum de 7 zile
THEN serviciul datoriei este BUN(0.90)

Regula 5:
IF ratele şi dobânzile se plătesc cu întârziere
AND întârzierea este maximum de 30 zile
THEN serviciul datoriei este SLAB(0.50)

Regula 6:
IF ratele şi dobânzile se plătesc cu întârziere
AND întârzierea este mai mare de 30 zile
THEN serviciul datoriei este NECORESPUNZĂTOR(0.40)

Ne oprim la aceste reguli pe care le exprimăm sub forma arborilor de căutare(arbori SI-SAU) din figura nr. 4.8.

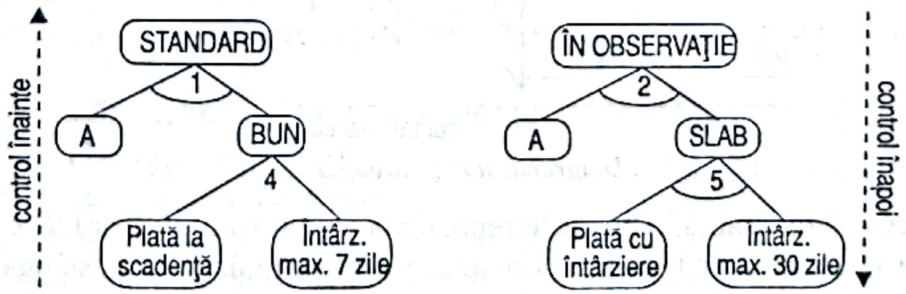


Fig. nr.4.8. *Arbori de căutare pentru tipul strategiei de control şi reguli SEPECC*

Stările scop (STANDARD, ÎN OBSERVAŢIE...) sunt la rădăcina arborelui, iar stările iniţiale (A, *plata la scadenţă*...) sunt frunzele arborelui, în timp ce BUN, SLAB, NECORESPUNZĂTOR sunt stări intermediare.

Dacă două noduri copil, din acelaşi părinte, au un arc de legătură, diagrama se va interpreta ca o regulă AND. De exemplu, în regulile 1, 2, 3, 5 şi 6 avem:

IF copil-1 AND copil-2
THEN nod părinte

Dacă nici un arc de legătură nu există între nodurile copil (succesor) atunci diagrama se va interpreta ca o regulă OR şi se scrie astfel (regula 5):

IF copil-1 OR copil-2
THENnod părinte

Pe această figură nr. 4.8 se pot vizualiza strategiile de control ale raţionamentului astfel:

- dacă începem cu stările iniţiale din partea de jos a fiecărui arbore şi mergem spre rădăcină efectuăm un control înainte; adică, dacă ştim că plata este la scadenţă sau că întârzierea este mai mică de 7 zile, atunci regula 4 este adevărată; în continuare, OR şi regula 1 ne dă adevărat, deoarece ambele premise sunt adevărate, iar scopul (STANDARD) a fost atins;
- pentru ca starea scop (STANDARD) să fie atinsă, adevărată, atât A, cât şi BUN trebuie să fie adevărate. Dar BUN este adevărat dacă plata la scadenţă este adevărată sau întârzierea este de maximum 7 zile. În această diagramă, cu scopul la rădăcină, control înapoi înseamnă căutarea de sus în jos-ul arborelui.

Aceste două concepte, "control înainte" şi "control înapoi" se pot ilustra printr-o *diagramă stânga-dreapta* ca în figura nr. 4.9.

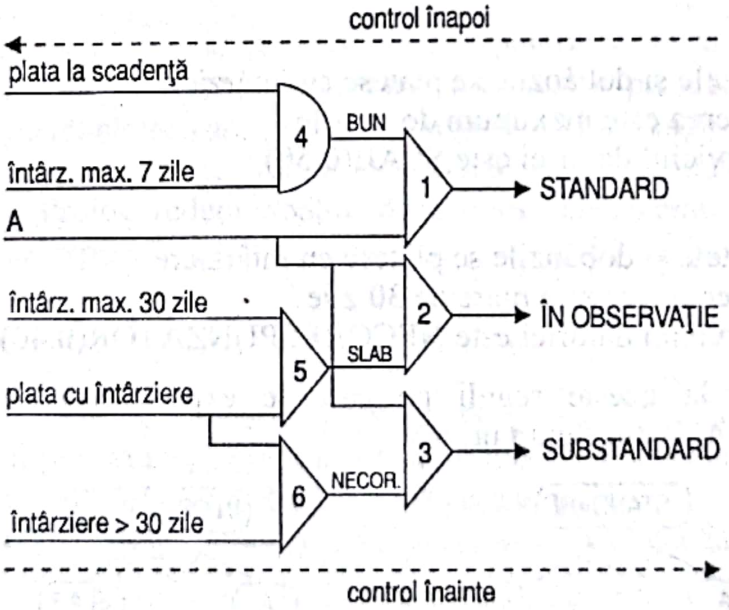


Fig. nr.4.9. *Diagrama stânga-dreapta pentru SEPECC*

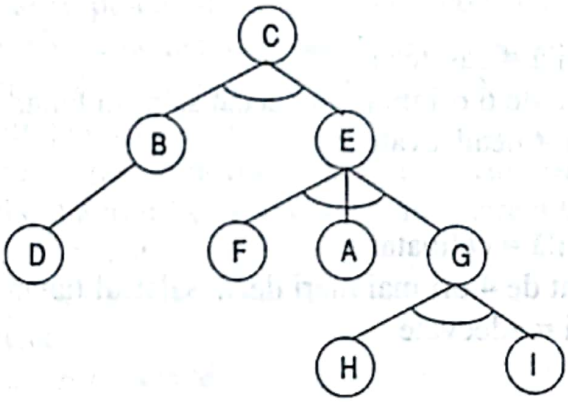
În această diagramă, AND este reprezentat cu un triunghi, iar OR cu un semicerc. Intrările sunt la stânga, iar ieşirile la dreapta. Stările iniţiale sunt la stânga, iar scopurile sunt în partea cea mai din dreapta. Căutarea de la stânga (de la stările iniţiale) către

dreapta (scop) este un control înainte, iar căutarea de la dreapta (scop) către stânga (stările iniţiale) este un control înapoi.

Pot exista situaţii când în căutare nu se poate traversa întreaga diagramă, scopul rămânând neatins. Indiferent de orientarea grafică a regulilor, întotdeauna starea scop (THEN) se determină din starea iniţială (IF).

4.6. CONTROL ŞI EXERCIŢII

1. Se dă arborele de căutare de mai jos şi se cere:
- nominalizaţi nodul rădăcină;
- nominalizaţi nodurile de pe nivelul 2;
- numele nodului ascendent nodului A;
- descendenţii nodului G;
- listaţi nodurile conform căutării "întâi-în-adâncime" şi apoi conform căutării "întâi-în-lăţime";
- arătaţi care metodă de căutare este mai eficientă dacă scopul este C;
- scrieţi regulile corespunzătoare în condiţiile în care nodul scop este rădăcina, iar stările iniţiale sunt frunzele



2. Ce factor de certitudine acordaţi pe scara 0,1 dacă:
- vreţi să cumpăraţi un microcalculator PC/PS compatibil IBM şi aveţi 1.500.000 lei? De ce?
- inflaţia creşte în anul viitor şi rata dobânzii la creditele pentru locuinţe creşte? De ce?

3. Transformaţi regulile de mai jos într-un arbore de căutare şi apoi în diagramă stânga-dreapta. Ele se referă la o persoană care va fi sfătuită dacă trebuie să investească sau nu în condiţiile de asigurare, stare civilă şi economii, care devin variabile şi au valorile:

Asigurare : **satisfăcătoare, nesatisfăcătoare**
Stare civilă: **căsătorit, celibatar**
Economii : **adecvate, neadecvate**
Acţiunea : **investeşte, nu investeşte**

Sistemului expert trebuie să i se comunice valoarea economiilor şi salariul lunar, ale persoanei, pentru a putea acorda sfatul necesar în problema investiţiei.

Scanned with OKEN Scanner

R1:
IF stare civilă = căsătorit
AND economii = adecvate
THEN acțiunea = investește

R2:
IF stare civilă = celibatar
AND economii = adecvate
AND asigurare = satisfăcătoare
THEN acțiunea = investește

R3:
IF economii = neadecvate
OR asigurare = nesatisfăcătoare
THEN acțiunea = nu investește

R4:
IF stare civilă = căsătorit
AND economii sunt de 6 ori mai mari decât salariul lunar
THEN economiii = adecvate

R5:
IF stare civilă = căsătorit
AND economii sunt de 6 ori mai mici decât salariul lunar
THEN economii = neadecvate

R6:
IF stare civilă = celibatar
AND economii sunt de 4 ori mai mari decât salariul lunar
THEN economii = adecvate

R7:
IF stare civilă = celibatar
AND economii sunt de 4 ori mai mici decât salariul lunar
THEN economii = neadecvate

4. Care este starea scop (acțiunea) din setul de reguli anterioare, pentru fiecare dintre stările inițiale următoare:

a) *căsătorit*
asigurare satisfăcătoare
economii 1.900.000
salar lunar 150.000

b) *celibatar*
asigurare nesatisfăcătoare
economii 100.000
salar lunar 140.000

5. Extindeți numărul regulilor de la punctul 3 de mai sus în vederea obținerii unei mai bune precizii cu privire la asigurare. Presupuneți că o persoană celibatar are nevoie

de cel puțin cinci ori mai mult nivelul salariului lunar-asigurare, iar o persoană căsătorită are nevoie de cel puțin 10 ori nivelul salariului lunar.

6. Citiți și rezumați despre metodele de raționament întâlnite în cărțile și revistele de specialitate disponibile.

7. Numiți principalele metode umane de raționament și dați câte un exemplu din fiecare.

8. În condițiile setului de axiome cu numele STARE-1 listați alte stări posibile utilizând metoda modus-ponens.

STARE-1

1. A1→A2
2. A2→A4
3. A5→A3
4. A4→A5
5. A6→A1
6. A7→A2
7. A6

9. Pentru lista de axiome de mai sus, folosiți rezoluția pentru a dovedi că A5 este adevărat (TRUE).

10. Discutați valoarea potențială a rezolvării conflictelor și descrieți o mică problemă de gestiune în care această metodă poate fi de ajutor.

11. Sunteți informați că leul românesc a înregistrat o depreciere și doriți să știți dacă momentul este oportun pentru a investi în certificate de trezorerie pe termen lung. Folosiți setul de reguli de mai jos conform strategiei de control înapoi pentru a obține răspunsul dorit. Desenați și o diagramă (trasă) corespunzătoare a sesiunii de consultare.

R1. IF Prețul obligațiunilor scade
THEN Investiți în certificate de trezorerie

R2. IF Rata dobânzii crește
THEN Prețul obligațiunilor scade

R3. IF Rata dobânzii scade
THEN Prețul obligațiunilor crește

R4. IF Rata de schimb Leu/$ a crescut
THEN Rata dobânzii scade

R5. IF Rata de schimb Leu/$ a scăzut
THEN Rata dobânzii crește

12. Descrieți câte o problemă de gestiune, considerată potrivită pentru fiecare dintre următoarele strategii de raționament: deducție, inducție, abducție.

13. Dispuneți de bani suficienți și doriți un sfat bun pentru a investi. Presupunem că aveți un serviciu stabil, venitul anual este de 55.000.000 lei, economiile sunt de 22.000.000 lei, iar cheltuielile anuale sunt de 11.000.000 lei. Folosiți setul de reguli de mai jos pentru a obține răspunsul dorit după strageia de control înainte și cu desenarea trasei sesiunii de consultare.

R1. IF Venitul este bun
AND Economiile sunt bune
THEN Investiți în acțiuni

Scanned with OKEN Scanner

R2. IF Economiile nu sunt bune
THEN Investiți în conturi de economii
R3. IF Economiile sunt bune
AND Venitul nu este bun
THEN Investiți în acțiuni și în conturi de economii
R4. IF [TOTAL ECONOMII] > 0.5*[VENIT]
THEN Economiile sunt bune
ELSE Economiile nu sunt bune
R5. IF Serviciul nu este stabil
THEN Venitul nu este bun
R6. IF [VENIT]<[CHELTUIELI]
THEN Venitul nu este bun
R7. IF Serviciul este stabil
AND [VENIT] > [CHELTUIELI]
THEN Venitul este bun
Notă: Exercițiul de la pct. 13 executați-l în EXSYS Professional.

Scanned with OKEN Scanner

CAPITOLUL V

BAZA DE CUNOŞTINŢE

Până în acest moment, cititorul a fost deja informat despre un număr important de concepte cu referire la inteligenţa artificială şi sistemele expert. În continuare, considerăm că a sosit timpul să dăm detalii despre componentele de bază ale sistemelor expert:baza de cunoştinţe, motorul de inferenţe şi interfaţa de dialog cu utilizatorul.

Vom examina crearea şi întreţinerea bazei de cunoştinţe. Explorăm apoi dacă o problemă este bună candidat pentru un sistem expert, cum se face alegerea celui mai potrivit instrument de construire a sistemelor expert, rolul expertului şi modul în care se realizează achiziţia cunoaşterii, precum şi organizarea bazei de cunoştinţe.

Scanned with OKEN Scanner

5.1. PROBLEME ADECVATE PENTRU SISTEMELE EXPERT

O anumită problemă identificată este adecvată pentru un sistem expert? La această întrebare se poate obţine un răspuns numai pe baza cunoştinţelor acumulate din capitolele anterioare. Chiar dacă nu există criterii generale de utilizat, câteva probleme bune candidate pentru sistemele expert sunt uşor de identificat. Clasificările domeniilor aplicative ne ajută să putem începe, dar este nevoie de mai multă specificitate.

Există întrebări la care trebuie răspuns înainte de a trece la introducerea unui sistem expert în întreprindere. Pigford şi Baur[42] arată că pentru a determina dacă o problemă este bună candidată pentru dezvoltarea unui sistem expert trebuie primite răspunsuri afirmative la trei întrebări (figura nr. 5.1):

1. Este posibilă dezvoltarea unui sistem expert pentru soluţionarea problemei?
2. Se justifică dezvoltarea sistemului expert?
3. Este potrivit sistemul expert pentru soluţionarea problemei?

Fiecare dintre aceste întrebări are subîntrebări la care trebuie, de asemenea, răspuns afirmativ.

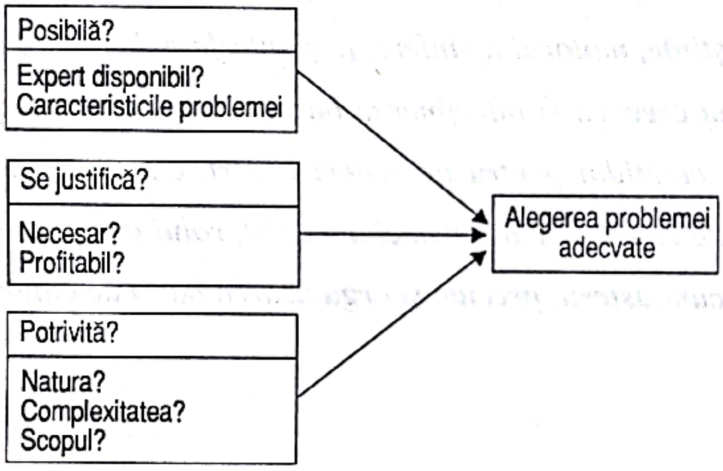


Fig. nr. 5.1. *Alegerea problemei adecvate pentru un sistem expert*

Cu privire la *posibilitate* trebuie să se verifice dacă atât expertul, cât şi caracteristicile problemei fac posibilă dezvoltarea sistemelor expert. Găsirea unui expert adevărat, care să fie disponibil şi corespunzător pentru dezvoltarea sistemului expert, este o problemă cheie. Trebuie ca expertul să existe şi să fie de acord, dar şi alţi experţi să-l recunoască drept cel mai adecvat. Caracteristicile problemei au legătură cu competenţa expertului identificat anterior, iar partea cognitivă a competenţei expertului (expertiza) va face obiectul bazei de cunoştinţe. Problemele care solicită un timp prea mare nu sunt bune candidate pentru sisteme expert, dar nici cele care se bazează pe bunul simţ comun sau pe experienţa directă.

Justificarea este obstacolul cel mai mare deoarece are legătură cu obţinerea resurselor (bani, personal, timp etc.) pentru dezvoltarea sistemelor expert. Sunt resursele într-adevăr necesare? Dacă da, care va fi profitabilitatea utilizării lor? Problema necesităţii intervine atunci când sistemul expert se va implementa pentru exploatare

[42] Pigford, D.V., Baur, G., *Expert Systems for Business. Concepts and Applications. Featuring VP-Expert*, Boyd & Fraser Pub., Boston, 1990, p. 68.

curentă. Dacă cunoaşterea din baza sa de cunoştinţe este deţinută de către foarte puţini indivizi din personalul întreprinderii, atunci o necesitate poate fi demonstrată pentru cazurile de pensionare, pentru plecări din întreprindere din diferite alte cauze, deoarece cunoaşterea se poate pierde (este fragilă). Dacă cunoaşterea este necesară în mai multe locuri simultan ori în locuri periculoase pentru om înseamnă că sistemul expert este necesar sub forma unor copii multiple.

Cu privire la profitabilitate, există două şcoli de gândire:

a) una care argumentează că o profitabilitate mare este factorul determinant care ar putea salva întreprinderea de la faliment. Considerăm că acesta este un scop nobil, dar şi o mare aventură. Dacă dezvoltarea sistemului expert eşuează, atunci rezultatele pot fi catastrofale în planul pierderii resurselor de toate tipurile;

b) una care admite să se construiască sisteme expert mai mici, pentru probleme de mai mică aploare, deoarece resursele consumate sunt mai puţine chiar dacă profitabilitatea totală va fi mai mică. O eventuală greşeală nu poate avea prea mare efect asupra întreprinderii. Până la urmă, managementul este acela care hotărăşte o variantă sau alta.

Problema justificabilităţii nu este unică, numai pentru sistemele expert pentru gestiunea întreprinderii. Ea se aplică în general tuturor proiectelor.

Dacă sistemul expert *este potrivit* unei probleme, are legătură cu complexitatea şi scopul problemei. Aspecte precum natura, complexitatea şi scopul trebuie avute în vedere la realizarea sistemului expert:

- natura problemei, în sensul dacă reclamă manipulări simbolice şi euristici. Dacă nu reclamă aspecte de acest gen, problema va putea fi soluţionată pe cale algoritmică mai eficient decât printr-un sistem expert;
- complexitatea are în vedere ca problema să nu fie dintre cele banale, chiar dacă expertul este solicitat în soluţionarea ei. Dificultatea este un criteriu bun pentru judecarea complexităţii. Nici într-un caz timpul nu este un criteriu al complexităţii, ci numai euristicile posibile;
- scopul problemei trebuie să aibă în vedere valoarea practică, rentabilitatea imediată şi rentabilitatea de perspectivă.

Se înţelege că o problemă adecvată pentru un sistem expert trebuie să fie posibilă şi justificabilă şi potrivită.

5.2. ALEGEREA INSTRUMENTULUI DE DEZVOLTARE

Alegerea instrumentului de dezvoltare al sistemului expert are loc după ce s-a determinat dacă problema este adecvată. În acest caz este utilă şi o abordare mai sistematică cu ajutorul unei metodologii acceptate. Din acest punct de vederere cognoticianul are mai multe opţiuni:

- limbaje de programare de nivel înalt (C++, LISP, SmallTalk, PROLOG etc.) multe dintre ele adevărate medii de programare, cu posibilităţi de editare a ecranelor, depanare, interfeţe grafice etc. Acestea prezintă avantajul flexibilităţii, nu sunt restricţionate de tipul problemei şi nici de dorinţele cognoticianului. Aceste limbaje au şi dezavantâje mari: fac dificilă actualizarea bazei de cunoştinţe, necesită o foarte

Scanned with OKEN Scanner

înaltă calificare în programare şi crearea atât a structurilor de cunoaştere din baza de cunoştinţe, a motorului de inferenţe, cât şi a interfeţei utilizator;

- generatoarele de sisteme expert, care au devenit cele mai preferate în prezent deoarece: oferă un mediu complet pentru crearea şi testarea bazei de cunoştinţe, pot fi utilizate şi de către cognoticieni fără experienţă de programare, solicită numai crearea şi testarea bazei de cunoştinţe deoarece celelalte componente de bază ale sistemului expert există, necesită un efort de timp şi cost pentru dezvoltare. Dezavantajele generatoarelor sunt: impun metoda de reprezentare a cunoaşterii şi metodele de inferenţă existente, impun interfaţa de dialog cu utilizatorii, sunt uneori mult mai scumpe decât limbajele de programare, iar un generator de sisteme expert particular se poate utiliza, de regulă, numai pentru tipuri de probleme specifice.

În general, totul depinde de problemă, timpul disponibil, resursele alocate de către management şi priceperea cognoticianului. Este posibil ca instrumentul ales iniţial să trebuiască să fie schimbat pe timpul dezvoltării sistemului expert deoarece nu i s-au putut anticipa unele dificultăţi în raport cu tipul problemei.

În toate cazurile se impune experienţa cognoticianului şi preferinţa sa pentru un instrument sau altul.

Pentru alegerea unui instrument de dezvoltare a sistemelor expert trebuie luate, în viziunea unor autori, în consideraţie următoarele (figura nr. 5.2):

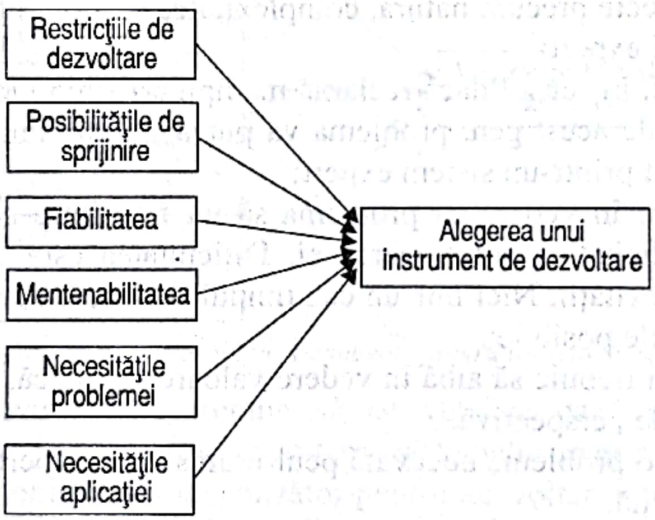


Fig. nr. 5.2. *Factorii care influenţează alegerea unui instrument de dezvoltare*

Restricţiile au în vedere timpul, banii şi personalul implicat. Timpul este o restricţie majoră când cognoticianului i s-a impus un termen de finalizare sau termene exacte pentru fiecare fază de dezvoltare a sistemului expert. Personalul poate fi o problemă dacă aplicaţia este complexă, iar echipa de proiectare trebuie suplimentată cu noi membri. Banii sunt şi ei o problemă când bugetul alocat este limitat, iar costurile dezvoltării sunt relativ mari. De regulă, costurile cu personalul sunt mari deoarece apare necesitatea multor instruiri pentru utilizatori şi chiar pentru membrii echipei de dezvoltare.

Posibilităţile de sprijinire a dezvoltării sistemului pot deveni factor major dacă echipa doreşte să fie sponsorizată în mod suplimentar, solicită experţi din exterior, are

nevoie deseori de sprijinul managementului şi de confirmări la testarea sistemului ale unor specialişti din exterior.

Fiabilitatea impune o mare atenţie asupra specialiştilor care au elaborat generatorul sau limbajul, motiv pentru care se va controla performanţa înscrisă în documentaţia acestora, precum şi sursa de provenienţă.

Mentenabilitatea urmăreşte posibilitatea ca producătorul instrumentului să dea soluţii tehnice şi asistenţă la exploatare, dacă este cazul, după ce a fost cumpărat. Un produs de acest gen trebuie să fie înregistrat ca marcă comercială (omologat etc.).

Necesităţile problemei se referă la caracteristicile sale: intrări, ieşiri, structura cunoaşterii, descompunerea pe subprobleme etc.

Necesităţile aplicaţiei. Tipul aplicaţiei este important atât pentru utilizatori, cât şi pentru cognoticieni (diagnostic, planificare, monitorizare etc.). Fiecare tip de aplicaţie are un set de caracteristici şi necesităţi la care instrumentul de dezvoltare trebuie să răspundă.

Ponderea acestor factori se va lua în seamă la decizia finală asupra opţiunii pentru un instrument de dezvoltare ales.

5.3. ACHIZIŢIA ŞI ORGANIZAREA CUNOAŞTERII

Responsabilităţile cheie ale unui cognotician sunt achiziţia şi organizarea cunoaşterii. Aceste responsabilităţi trebuie îndeplinite într-o manieră sistematică până în momentul când baza de cunoştinţe este completă şi se poate utiliza efectiv în scopul pentru care a fost creată.

Să vedem acum câteva caracteristici de dorit pentru cognotician şi tehnicile de achiziţie şi de organizare a cunoaşterii.

5.3.1. Achiziţia cunoaşterii

Achiziţia cunoaşterii constituie procesul de colectare, structurare şi organizare a cunoaşterii, din una sau mai multe surse (documente sau experţi etc.) în scopul de a o depozita în sistemele expert şi a o utiliza la soluţionarea problemelor din cele mai diverse domenii aplicative. Acest proces a fost studiat de către un mare număr de cercetători, care l-au caracterizat drept principala problemă ce condiţionează în prezent dezvoltarea sistemelor expert.

Achiziţia cunoaşterii, ca activitate de bază în dezvoltarea sistemelor expert, face parte integrantă din ingineria cunoaşterii, alături de alte patru activităţi şi anume: validarea, reprezentarea, inferenţierea şi explicarea sau justificarea inferenţelor (figura nr. 5.3).

Scanned with OKEN Scanner

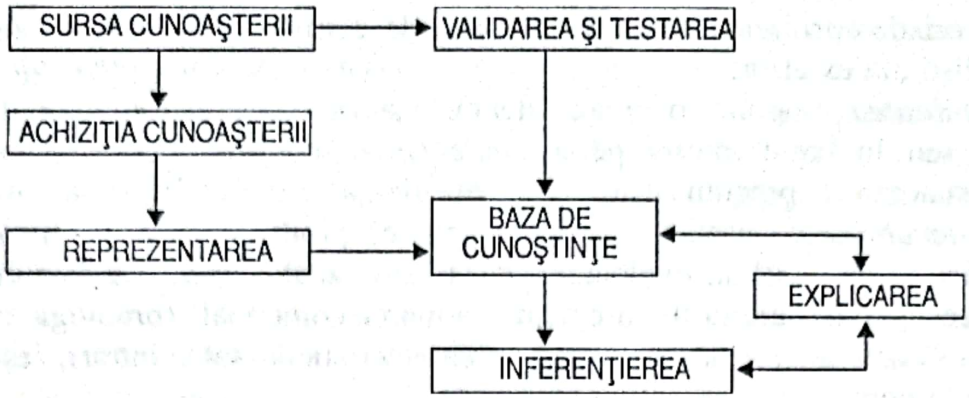


Fig. nr. 5.3. *Activităţile de bază ale ingineriei cunoaşterii*

Achiziţia cunoaşterii implică, în această viziune, dialogul cognoticianului cu expertul şi/sau colectarea informaţiei din cărţi, publicaţii, alte documente, senzori instalaţi, fişiere şi baze de date în funcţie de specificul domeniului problemei.

Cercetătorii sunt de acord că procesul propriu-zis al achiziţiei cunoaşterii are cinci faze: identificarea, conceptualizarea, formalizarea, implementarea şi testarea (figura nr. 5.4).

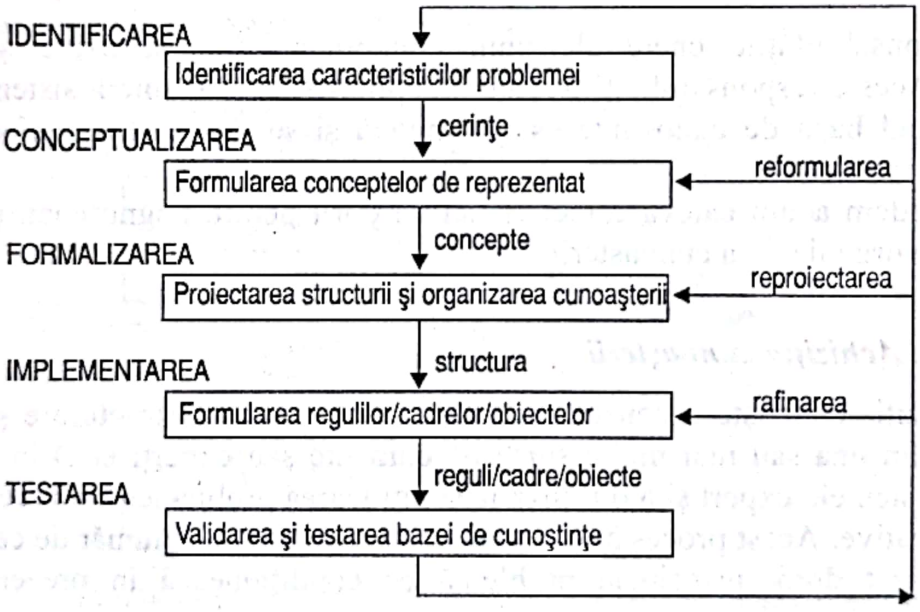


Fig. nr. 5.4. *Fazele achiziţiei cunoaşterii*

Aceste faze sunt interdependente, uneori suprapuse, iar distincţia dintre ele nu este uşor de făcut deoarece în timpul dezvoltării sistemului expert cognoticianul poate fi angajat în oricare dintre ele[43].

5.3.2. Metode de achiziţie a cunoaşterii

Modelul de bază al achiziţiei cunoaşterii implică o echipă de lucru, în care cognoticianul solicită prin metode specifice cunoaşterea de la expert, o rafinează împreună cu acesta şi o reprezintă în baza de cunoştinţe. *Colectarea* cunoaşterii este un

[43] Andone, I., *Artificial Intelligence and Expert Systems in Accounting* MOLDOVA Pub., Iassy, 1993, p. 155.

Scanned with OKEN Scanner

termen utilizat numai pentru fazele de identificare şi conceptualizare prezentate mai sus. Colectarea cunoaşterii (elicitation of knowledge) se realizează practic prin metode manuale, metode semiautomate şi metode automate.

Multe dintre *metodele manuale* au fost împrumutate din analiza sistemelor şi se clasifică după mai multe criterii. Ele sunt în general structurate în jurul interviului – cea mai importantă metodă manuală. *Interviul* poate fi structurat, semistructurat şi nestructurat.

Metodele manuale sunt lente, scumpe şi uneori lipsite de acurateţe. Schema desfăşurării lor se prezintă în figura nr. 5.5.

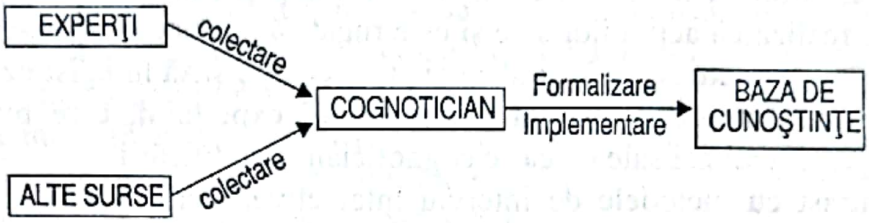


Fig. nr.5.5. *Schema metodelor manuale de achiziţie a cunoaşterii*

Metodele semiautomate sunt de două categorii:

a) cele care sprijină experţii în construirea bazei de cunoştinţe, fără aportul cognoticienilor. În acest caz se desfăşoară şi fazele de formalizare şi implementare (figura nr. 5.6).

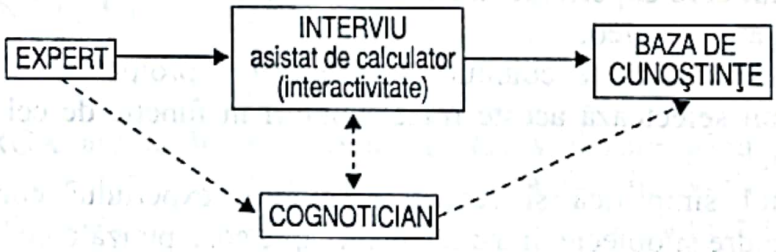


Fig. nr.5.6. *Achiziţia cunoaşterii condusă de expert*

b) cele care sprijină cognoticienii în executarea fazelor specifice achiziţiei cunoaşterii, rapid şi eficient, uneori cu puţin ajutor din partea experţilor.

În cazul *metodelor automate*, rolul cognoticianului şi/expertului este minimizat sau chiar eliminat. De exemplu, la cea mai cunoscută metodă, *metoda inducţiei* (figura nr. 5.7), achiziţia cunoaşterii o poate efectua chiar analistul proiectant, rolul expertului fiind minim, iar de cognotician nici nu este nevoie.

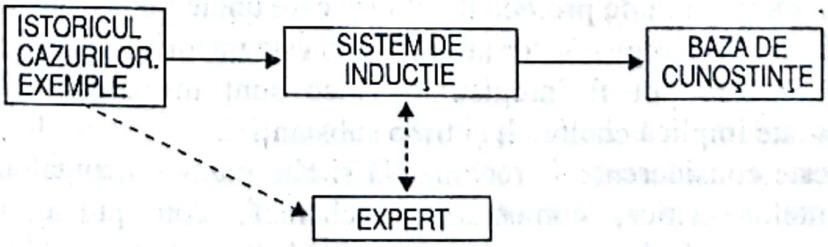


Fig. nr. 5.7. *Achiziţia automată a cunoaşterii prin metoda inducţiei*

Scanned with OKEN Scanner

Metode conduse de cognotician

Metodele conduse de cognotician se referă la trasarea proceselor de raţionament executate de expert în timpul soluţionării problemei. Cognoticianul va utiliza apoi aceste *trase* pentru a afla conceptele, relaţiile dintre concepte şi toate inferenţele expertului. Există două asemenea metode: formale şi neformale.

Analiza protocoalelor este metoda uzuală pe care cognoticianul o foloseşte la achiziţia cunoaşterii. Un *protocol* este o înregistrare sau o documentaţie pas-cu-pas efectuată de către expert despre comportamentul său în timpul soluţionării problemei. În această metodă, similară interviului, dar mai formală şi mai sistematică, expertul este întrebat despre realizarea acţiunilor sale şi este rugat să povestească pas-cu-pas ce face şi cum acţionează. I se poate cere să gândească cu voce tare şi să înregistreze totul. Această înregistrare devine "protocol" al comportamentului expertului, care mai târziu se va transcrie în vederea analizei sale de către cognotician şi codificării.

În contrast cu metodele de interviu interactive, analiza protocolului implică o direcţie unică a comunicărilor: expert→cognotician. Cognoticianul ascultă şi înregistrează comportamentul expertului, iar ulterior analizează, interpretează şi structurează cunoaşterea din protocol într-o reprezentare care constituie cea mai adecvată *formalizare* (reguli, cadre etc.). Iată mai pe larg operaţiile analizei de protocol:

- expertul evidenţiază detaliat cunoaşterea utilizată în fiecare acţiune;
- cognoticianul cere expertului să comenteze cu voce tare fiecare operaţie în vederea înregistrării audio-video;
- expertul elaborează fraze, enunţuri, care se scriu în protocol;
- cognoticianul selectează aceste fraze/enunţuri în funcţie de cel mai înalt conţinut informaţional;
- cognoticianul simplifică şi rescrie enunţurile expertului construind reguli de producţie, cadre şi/obiecte, într-un cuvânt fapte corespunzătoare;
- cognoticianul elaborează şi modele ale bazei de cunoştinţe cu utilizarea regulilor de producţie.

Analiza protocoalelor s-a afirmat deja drept cea mai puternică metodă de achiziţie a cunoaşterii. Nu trebuie subestimate totuşi dificultăţile sale specifice:

- există situaţii în care experţii consiliază simultan mai mulţi cognoticieni şi lucrează în mai multe domenii. În aceste cazuri, observaţiile experţilor trebuie să acopere toate domeniile. Acesta este cazul cel mai uzual pentru sistemele expert de gestiune;
- se obţin mari cantităţi de protocoale, dintre care unele pot avea utilizare mai redusă;
- costul transcrierii înregistrărilor audio-video este uneori foarte mare;
- observaţiile care pot fi înregistrate video sunt mişcarea motorie şi mişcarea ochiului, toate implică cheltuieli şi timp substanţiali;

Din aceste considerente se recomandă şi alte metode manuale: analizele de caz, analiza incidentelor critice, comentariile, schemele conceptuale, brainstorming-ul, prototipizarea şi matricele de semnificaţii.

Metode conduse de expert

Este neprofitabilă utilizarea cognoticienilor din cauză că le lipseşte cunoaşterea despre domeniu, serviciile lor sunt scumpe şi adesea apar probleme de comunicare cu

Scanned with OKEN Scanner

experţii ori o încetinire a procesului de achiziţie a cunoaşterii din cauza multiplelor iteraţii.

Metodele conduse de expert pot fi manuale şi semiautomate (asistate de calculator). O metodă manuală este *autoraportul expertului*, un autochestionar elaborat în prealabil, un fel de interviu structurat, foarte bine organizat şi care s-a dovedit cel mai potrivit pentru descoperirea cunoaşterii utilizată de către expert. El trebuie să surprindă toate conceptele şi relaţiile de înalt nivel.

Metodele semiautomate se aplică în scopul de a reduce până la eliminare toate problemele posibile legate de ambiguitate şi nedeterminare, specifice metodelor manuale sau calităţii slabe a informaţiilor din autorapoartele mari, consumatoare de timp şi efort. Conform acestor metode, cunoaşterea se colectează cu ajutorul unui instrument inteligent de achiziţie a cunoaşterii într-o bază de cunoştinţe iniţială, după care aceasta este îmbunătăţită în manieră incrementală până la rafinarea ei completă. Modelul iniţial al bazei de cunoştinţe se construieşte cu ajutorul unor tehnici vizuale de modelare implementate în instrumentul inteligent specializat.

Obiectivul modelării vizuale constă în a oferi expertului posibilitatea de a vizualiza pe ecran problema din domeniu şi de a-i manevra elementele sale folosind mijloace grafice (pictograme, diagrame etc.). În acest fel se pot observa şi elimina cu uşurinţă toate inconsistenţele.

Un număr important de instrumente inteligente de achiziţie a cunoaşterii folosesc metoda RGA (Repertory Grid Analysis).

Metoda RGA în achiziţia cunoaşterii

Metoda RGA are la bază modelul lui Kelly despre gândirea umană, numit Personal Construct Theory[44]. Acest model pleacă de la premisa, verificată pe numeroase studii de caz, că adesea experienţa are la bază percepţia şi mai puţin intuiţia.

Mulţi experţi au dificultăţi în exprimarea liniilor proprii de raţionament, pot face chiar confuzii între faptele şi factorii care influenţează luarea unei decizii. Aceste limite pot fi depăşite cu ajutorul modelului mental al expertului specific unei tehnici din psihologie care operează într-o manieră mai structurată.

Cunoaşterea şi percepţiile despre domeniu ale expertului se pot clarifica şi organiza într-un *model personal conceptual*.

Metoda RGA lucrează pe baza acestui model şi foloseşte următorii paşi:

- expertul identifică mai întâi toate obiectele importante din domeniul expertizei;
- expertul identifică apoi atributele importante pentru luarea deciziei;
- pentru fiecare atribut va stabili o scală bipolară cu caracteristici distinctive şi opusul lor;
- cognoticianul stabileşte trei dintre obiecte şi adresează întrebarea: Ce atribute şi caracteristici disting două obiecte de al treilea? Răspunsurile se trec pe o scală de la 1 la 3 sau de la 1 la 5. Acest pas continuă pentru câteva triplete de obiecte, trecându-se într-o grilă adecvată toate răspunsurile;
- după completarea grilei expertul face modificările pe care le consideră necesare;

[44] Turban, E., *Decision Support Systems and Expert Sustems: Management Support Systems* 3rd Edition, Macmillan, NY, 1993, p. 527.

Scanned with OKEN Scanner

- grila se utilizează apoi pentru recomandări în situațiile când importanța atributelor este bine cunoscută.

De exemplu, pentru selecția obiectelor de natura limbajelor de programare rezultatele se trec în tabelele de mai jos:

ATRIBUTE	CARACTERISTICI	OPUSUL CARACTERISTICILOR
Disponibilitate	mare	mică
Ușurință în programare	mare	mică
Timp de instruire	mic	mare
Orientare	simbolic	numeric

Grila

ATRIBUTUL	ORIENTARE	UȘURINȚA ÎN PROGRAMARE	TIMP DE INSTRUIRE	DISPONI-BILITATE
Caracteristici	simbolic (3)	mare (3)	mare (1)	mare (3)
Opusul	numeric (1)	mică (1)	mic (3)	mică (1)
COBOL	1	2	1	3
C	2	3	2	3
Prolog	3	2	2	1
LISP	3	3	1	1

Pentru achiziția cunoașterii s-au dezvoltat un număr important de instrumente inteligente pe baza metodei RGA și toate ajută în faza de conceptualizare: ETS, KRITON și AQUINAS.

ETS (Expertise Transfer System) este un instrument care asistă la intervievarea experților și-i sprijină în construirea bazei de cunoștințe. Acest instrument este foarte util în prototipizarea rapidă, fiind foarte eficient la determinarea cunoașterii pentru soluționarea unei probleme și crearea unei baze de cunoștințe compatibilă cu a celor mai multe dintre generatoarele de sisteme expert în reprezentările lor interne. Există și un ETS perfecționat numit NeoETS, utilizat doar în aplicații de clasificare.

AQUINAS este un instrument mai complex, capabil de extinderea rezolvării problemei și reprezentării cunoașterii specifice din ETS, permițând experților structurarea cunoașterii în ierarhii. Un subsistem numit DIALOG MANAGER conține un set de euristici, care ghidează procesul de achiziție a cunoașterii.

KRITON este instrumentul dedicat automatizării metodei RGA, conduce mai întâi interviul cu expertul, apoi îi analizează protocoalele și documentele elaborate în condiții de interactivitate totală. Expertul selectează în continuare porțiunile de text printr-o

analiză sintactică/semantică, cu tehnici ale analizei de protocol, adaugă eventuale informaţii la rezultatul analizei, înlocuind astfel cognoticianul în multe operaţii. Mai recent se utilizează instrumentul AUTOINTELLIGENCE, bazat pe metoda RGA cu inducţie de reguli.

5.3.3. Instrumente de achiziţie a cunoaşterii în sprijinul cognoticianului

Un număr de instrumente inteligente pentru achiziţia şi codificarea cunoaşterii reduc substanţial timpul de muncă şi efortul cognoticianului, căruia îi revine doar rolul de coordonator central (figura nr. 5.8).

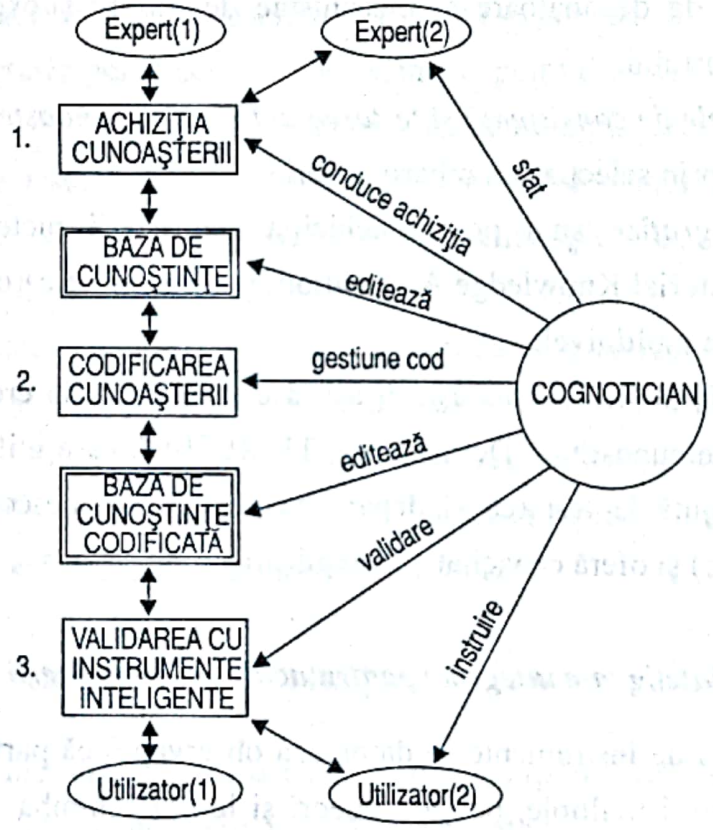


Fig. nr. 5.8. *Achiziţia şi codificarea cunoaşterii cu instrumente inteligente în sprijinul cognoticianului*

În cazul acestora, cognoticianul îndeplineşte următoarele sarcini:

- consiliază expertul în procesul de colectare a cunoaşterii în mod interactiv;
- gestionează instrumentele pentru achiziţia cunoaşterii şi le stabileşte parametrii de lucru adecvaţi;

- validează bazele de cunoştinţe în colaborare cu expertul şi instrumentul dedicat acestui scop;
- instruieşte utilizatorii pentru folosirea sistemului expert şi dezvoltă proceduri operaţionale de instruire.

Instrumentele inteligente menite să sprijine cognoticianul în munca sa sunt de patru tipuri: editoare şi interfeţe, controloare, editoare grafice şi ajutoare în achiziţia cunoaşterii.

Editoarele şi interfeţele se referă la editoarele de texte şi editoarele de baze de cunoştinţe specializate în introducerea cunoaşterii în baza de cunoştinţe. Aceste instrumente dispun de depanatoare şi mecanisme de trasare şi/explicare a liniilor de raţionament ale expertului.

Controloarele de consistenţă şi testarea automată a cunoaşterii permit revizuirea bazei de cunoştinţe prin selecţia schimbărilor dorite.

Editoarele grafice sunt pentru achiziţia cunoaşterii pictoriale (imagini), de exemplu, PIKA (Pictorial Knowledge Acquisition) pentru obţinerea obiectelor structurate grafic într-o interfaţă multinivel.

Ajutoarele în achiziţia cunoaşterii asistă cognoticienii la crearea şi modificarea regulilor din baza de cunoştinţe. De exemplu, TEIRESIAS, care utilizează o interfaţă în limbaj natural ce ajută la testarea şi depanarea cunoaşterii, descoperă inconsistenţele (regulile conflictuale) şi oferă capacitate de explicare.

5.3.4. Instrumente inteligente integrate pentru achiziţia cunoaşterii

Aceste tipuri de instrumente se datorează observaţiei că participanţii la achiziţia cunoaşterii joacă roluri multiple, pe care uneori şi le pot schimba. În categoria acestor instrumente intră KADS şi Auto-Intelligence.

KADS (Knowledge Acquisition Documentation System) ajută la achiziţia, structurarea, analiza şi documentarea cunoaşterii. Creşte în felul acesta productivitatea cognoticianului. Instrumentul se utilizează în cadrul laboratorului de specialitate de la Universitatea Amsterdam.

Există şi instrumente inteligente cu rol de interfaţă cum sunt: KAT (Knowledge Analysis Tool), capabil să transforme fiecare piesă de cunoaştere într-o regulă specifică formatului acceptat de către generatorul Level 5 şi NEXTRA, un instrument de achiziţie a cunoaşterii utilizat ca interfaţă de intrare în generatorul Nexpert-Object.

Scanned with OKEN Scanner

5.4. ORGANIZAREA CUNOAŞTERII

Organizarea cunoaşterii implică decizii de luat cu privire la metoda de reprezentare, verificarea cunoaşterii şi validarea lanţului inferenţial. Toate aceste decizii se iau periodic în timpul achiziţiei cunoaşterii, urmărind obţinerea unei forme adecvate pentru baza de cunoştinţe.

Alegerea metodei de reprezentare a cunoaşterii ţine de tipul aplicaţiei şi de instrumentul inteligent utilizat.

Multe aplicaţii necesită reguli de producţie (pentru cunoaşterea procedurală) şi reţele semantice, cadre, obiecte sau predicate pentru fapte (cunoaşterea declarativă).

Regulile sunt cele mai preferate datorită uşurinţei în utilizare (creare şi interpretare). Majoritatea generatoarelor de sisteme expert utilizează regulile.

Verificarea este procesul de asigurare a corectitudinii bazei de cunoştinţe. Ea se face într-o manieră sistematică, cognoticianul şi expertul comunicând mereu între ei pentru a nu scăpa din vedere nici o semnificaţie a vreunei piese de cunoaştere. Corecţiile necesare sunt făcute imediat împreună cu expertul.

Validarea este egală ca importanţă cu verificarea şi se face în scopul controlului acurateţii (claritătii şi exactităţii) lanţurilor inferenţiale. Se caută răspuns la întrebarea: Sistemul expert dă rezultate (soluţii) corecte? Validarea se face periodic pe timpul testării sistemului expert prin sesiuni de consultare şi corectări rapide. În final, sistemul expert trebuie să opereze conform specificaţiilor de proiectare.

5.5. ACTUALIZAREA ŞI ÎNTREŢINEREA BAZEI DE CUNOŞTINŢE

După ce a fost creată, nici o bază de cunoştinţe nu trebuie considerată statică. Cum se realizează o nouă cunoaştere, baza de cunoştinţe trebuie imediat actualizată.

Probleme noi se pun în legătură cu faptul dacă baza de cunoştinţe trebuie să utilizeze numai cunoaştere nouă, cunoaşterea existentă sau o combinaţie a acestora.

Procesul adăugării de cunoaştere nouă sau corectarea celei existente în sistemele expert trebuie monitorizat cu grijă pentru a se menţine verificarea şi validarea standard. Orice greşeală poate afecta nivelul de performanţă a sistemului expert. Dacă o problemă apare la adăugarea şi/sau schimbarea cunoaşterii din baza de cunoştinţe, problemele se vor amplifica tocmai datorită *fixării rapide a erorilor*. De aceea se impune o testare atentă

Scanned with OKEN Scanner

a bazei de cunoştinţe în timpul procesului de actualizare. Numai în felul acesta ne putem asigura că schimbările s-au efectuat fără degradarea performanţei sistemului expert.

Performanţa sistemului se poate degrada şi din cauza lipsei de memorie sau din cauza ineficienţei metodelor de căutare în baza de cunoştinţe. În asemenea situaţii, baza de cunoştinţe trebuie reproiectată. Se impune o întreţinere permanentă a bazei de cunoştinţe, iar persoana care răspunde de această activitate trebuie să fie direct interesată sau să aparţină unui grup interesat în acest rol.

5.6. STUDIU DE CAZ

SEPECC permite şi introducerea unor date care să fie utilizate de baza de cunoştinţe dintr-o bază de date sau dintr-o tabelă de calcul.

Există câteva avantaje ale utilizării bazei de date în conjuncţie cu un sistem expert. Baza de date oferă sistemului un mare volum de date într-o perioadă de timp redusă. Aceasta înseamnă că sistemul cu multe reguli îşi va putea executa funcţia proprie într-un timp redus. Mai mult, utilizatorul este eliberat de sarcinile dificile şi lente ale introducerii datelor, iar acurateţea şi siguranţa introducerii datelor este asigurată de către baza de date.

Folosirea bazei de date nu elimină definitiv problema incertitudinii (date lipsă sau cunoaştere incompletă) din sistemele expert. Chiar şi baza de date poate fi incompletă când lipsesc anumite înregistrări din cauza unor probleme la actualizare sau din schimburile de date cu sistemul expert.

SEPECC poate utiliza bazele de date în mai multe moduri: datele despre performanţa financiară şi factorii calitativi se pot memora într-o bază de date. Acest fapt permite utilizarea unui mare număr de reguli pentru stabilirea cu exactitate a punctajelor pentru performanţa financiară şi categoriile de credite.

Tabelele de calcul pot fi şi ele utilizate efectiv în sistemele expert. De exemplu, informaţiile contabile dintr-o tabelă de calcul se pot utiliza pentru luarea deciziilor financiare în care sunt necesare multe calcule asupra unor noi date care devin disponibile. Ca şi în cazul bazei de date, tabelele de calcul pot memora în mod eficient mari cantităţi de date, eliberând utilizatorul de introducerea lor. Ele oferă însă o posibilitate suplimentară şi anume What-if?, care este deja implementată în sistemele expert. Această posibilitate permite utilizatorului să constate ce se întâmplă dacă anumite date din tabelă

Scanned with OKEN Scanner

sunt schimbate. Şi tabelele de calcul pot avea date lipsă sau date incomplete şi din acest motiv sistemele expert trebuie să fie capabile să soluţioneze aceste neajunsuri. SEPECC poate utiliza o tabelă de calcul al indicatorilor de performanţă financiară.

5.7. CONTROL ŞI EXERCIŢII

1. Identificaţi o problemă de contabilitate managerială, care să fie soluţionată cu un sistem expert.

2. Construiţi o bază de reguli folosind criteriile specificate mai jos:

a) Determinaţi ce urmează să faceţi în vacanţa de vară pe baza factorilor:

- număr de zile;
- perioada;
- costul;
- principala activitate propusă;
- număr de persoane;
- alţi factori necesari.

b) Decideţi ce faceţi într-un week-end ştiind că:

- dispuneţi de numerar sau CEC-uri;
- sunt patru destinaţii posibile;
- trei mijloace de transport;
- vă interesează soarele sau zăpada;
- doriţi să călătoriţi în funcţie de bani şi intenţii;
- există o persoană care doreşte să călătorească cu dumneavoastră.

3. Pe baza setului de reguli de mai jos răspundeţi la întrebarea: Cumpăraţi o casă sau nu?

Regula 1: IF inflaţia este mică
THEN rata dobânzii este mică
ELSE rata dobânzii este mare

Regula 2: IF rata dobânzii este mare
THEN preţul caselor este mare

Regula 3: IF preţul caselor este mare
THEN nu cumpăraţi casă
ELSE cumpăraţi casă

Scanned with OKEN Scanner

4. Executați baza de reguli de la punctul 3 în condițiile în care rata inflației este mare, conform strategiei de control înapoi. Executați baza de reguli în condiții de rată a inflației mică, conform strategiei de control înainte.

5. O bază de cunoștințe conține regulile:

Regula 1: IF rata dobânzii se prăbușește
THEN prețul titlurilor crește

Regula 2: IF rata dobânzii crește
THEN prețul titlurilor scade

Regula 3: IF rata dobânzii este neschimbată
THEN prețul titlurilor este neschimbat

Regula 4: IF dolarul crește
THEN rata dobânzii scade

Regula 5: IF dolarul scade
THEN rata dobânzii scade

Regula 6: IF prețul titlurilor scade
THEN cumpărați titluri

a) Un client a observat că rata de schimb a dolarului a scăzut. Stabiliți dacă clientul poate cumpăra titluri sau nu, în condițiile execuției bazei de reguli cu control înapoi și respectiv cu control înainte.

b) Alt client a observat că rata dobânzii este neschimbată și se întreabă dacă poate sau nu cumpăra titluri. Ce rezultat se va obține prin execuția, cu control înainte, a bazei de reguli de mai sus?

6. Presupunem că există bază de date care conține înregistrări despre salariații unei societăți comerciale. Între câmpurile înregistrărilor există două referitoare la vârstă și respectiv la data pensionării. Scrieți o regulă generală prin care să se caute în baza de date toți salariații ajunși la vârsta de pensionare, dacă vârsta a depășit 65 ani, și să se afișeze numele acestora însoțit de precizarea "pensionabil". Utilizați în acest scop tehnica variabilelor.

7. Studiați problema investițiilor de portofoliu pe piața românească și elaborați un prototip de sistem expert care să consilieze clientul potențial asupra celui mai avantajos portofoliu.

Scanned with OKEN Scanner

4. Executaţi baza de reguli de la punctul 3 în condiţiile în care rata inflaţiei este mare, conform strategiei de control înapoi. Executaţi baza de reguli în condiţii de rată a inflaţiei mică, conform strategiei de control înainte.

5. O bază de cunoştinţe conţine regulile:

Regula 1: IF rata dobânzii se prăbuşeşte
THEN preţul titlurilor creşte

Regula 2: IF rata dobânzii creşte
THEN preţul titlurilor scade

Regula 3: IF rata dobânzii este neschimbată
THEN preţul titlurilor este neschimbat

Regula 4: IF dolarul creşte
THEN rata dobânzii scade

Regula 5: IF dolarul scade
THEN rata dobânzii scade

Regula 6: IF preţul titlurilor scade
THEN cumpăraţi titluri

a) Un client a observat că rata de schimb a dolarului a scăzut. Stabiliţi dacă clientul poate cumpăra titluri sau nu, în condiţiile execuţiei bazei de reguli cu control înapoi şi respectiv cu control înainte.

b) Alt client a observat că rata dobânzii este neschimbată şi se întreabă dacă poate sau nu cumpăra titluri. Ce rezultat se va obţine prin execuţia, cu control înainte, a bazei de reguli de mai sus?

6. Presupunem că există bază de date care conţine înregistrări despre salariaţii unei societăţi comerciale. Între câmpurile înregistrărilor există două referitoare la vârstă şi respectiv la data pensionării. Scrieţi o regulă generală prin care să se caute în baza de date toţi salariaţii ajunşi la vârsta de pensionare, dacă vârsta a depăşit 65 ani, şi să se afişeze numele acestora însoţit de precizarea "pensionabil". Utilizaţi în acest scop tehnica variabilelor.

7. Studiaţi problema investiţiilor de portofoliu pe piaţa românească şi elaboraţi un prototip de sistem expert care să consilieze clientul potenţial asupra celui mai avantajos portofoliu.

Scanned with OKEN Scanner

CAPITOLUL VI

MOTORUL DE INFERENȚE LA SISTEMELE EXPERT BAZATE PE REGULI

Cunoaştem până în acest moment numeroase detalii despre procesul de creare a bazei de cunoştinţe.

Putem deci să trecem la amănunte despre motoarele de inferenţe şi tipurile de raţionament specifice.

Ne interesăm de ciclul de bază, funcţiile unui motor de inferenţe specific sistemelor expert bazate pe reguli şi de aspectele în legătură cu tratamentul incertitudinii.

Scanned with OKEN Scanner

6.1. CICLUL DE BAZĂ AL UNUI MOTOR DE INFERENȚE

În scopul de a înțelege mai bine pentru care tip de aplicație este oportună dezvoltarea unui sistem expert şi mai ales cu grija de a demonstra cea mai bună cale pentru elaborarea unei baze de cunoştinţe, trebuie să se cunoască principiile funcționării interne ale unui motor de inferenţe – inima oricărui sistem expert.

Fiecare motor de inferenţe se caracterizează printr-un ciclu de bază, strategie de căutare şi strategii de control al raţionamentelor. Până acum nu am discutat nimic despre ciclul de bază al motorului de inferenţe din sistemele expert bazate pe reguli.

Oricare ar fi strategia de control al raţionamentelor, ciclul de bază a unui motor de inferenţe cuprinde întotdeauna patru faze: selecţia, filtrarea, rezolvarea conflictelor şi execuţia (figura nr. 6.1).

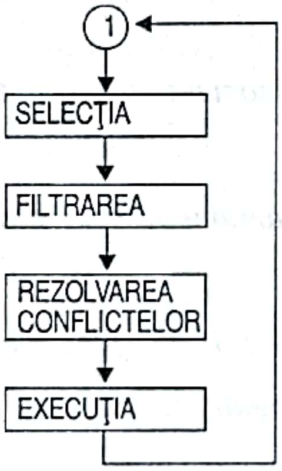


Fig. nr.6.1. *Fazele ciclului de viaţă ale motorului de inferenţe*

Selecţia are ca scop obţinerea unui subansamblu de fapte şi unui subansamblu de reguli din baza de cunoştinţe, care merită cea mai mare atenţie în vederea execuţiei în raport cu altele. Această fază numită şi restricţie permite o economie de timp în profitul fazei următoare.

Filtrarea. În cursul ei se compară partea de premisă din regulile selectate în faza anterioară cu faptele selectate anterior, pentru a determina un subansamblu de reguli declanşabile numit *subansamblu de conflict*. Regulile acestui subsansamblu intră într-o competiţie în urma căreia numai o singură regulă va fi executată efectiv. Filtrarea se mai numeşte pattern matching. Desfăşurarea acestei faze este prescurtată datorită fazei precedente în care s-a restrâns deja ansamblul regulilor declanşabile.

Rezolvarea conflictelor se concretizează în alegerea regulii care se va executa efectiv. În această fază se pot aplica mai multe strategii: prima regulă din listă, cea mai puţin complexă, cea mai puţin utilizată, cea mai specifică etc. în funcţie de context. De calitatea acestei alegeri depinde performanţa motorului de inferenţe care va infera mai mult sau mai puţin repede soluţia finală a problemei din domeniul aplicativ.

Execuţia constă în activarea regulii reţinută în faza precedentă, acţiune care va avea ca efect, în general, adăugarea unuia sau mai multor fapte în baza de fapte. Dacă în urma fazei de rezolvare a conflictelor nu există nici o regulă declanşabilă, procesul inferenţial se opreşte sau se poate relua de la faza de filtrare, examinându-se posibilitatea declanşării altor reguli.

Scanned with OKEN Scanner

În practică, fiecare dintre fazele ciclului de bază a motorului de inferențe se prezintă în diverse variante, iar soluționarea unei probleme oarecare necesită înlănțuirea automată a milioane de cicluri de bază. Un ciclu de bază presupune execuția a mii sau milioane de instrucțiuni specifice limbajelor de programare utilizate în ingineria cunoașterii pentru realizarea motorului de inferențe.

Din mecanismul inferențial rezultă o caracteristică importantă a sistemelor expert bazate pe reguli: comunicarea dintre reguli se realizează numai prin intermediul bazei de fapte. Consecința acestei caracteristici o constituie faptul că, prin partea de acțiune a regulii, se urmărește realizarea comunicării prin introducerea sau scoaterea unui fapt din baza de fapte. De aceea prezintă mare importanță corectitudinea specificării regulilor prin exprimarea adecvată a premiselor și acțiunilor.

6.2. FUNCȚIILE PE CARE LE REALIZEAZĂ UN MOTOR DE INFERENȚE

Un motor de inferențe bazat pe reguli realizează următoarele funcții:
- activează (declanșează) regulile;
- adresează utilizatorului o întrebare;
- adaugă răspunsul utilizatorului în baza de fapte;
- inferează un nou fapt dintr-o regulă;
- adaugă faptul inferat în baza de fapte;
- compară faptele din baza de fapte cu componentele corespunzătoare din reguli;
- dacă sunt potriviri, regulile se declanșează;
- dacă mai sunt și alte asemănări, controlează dacă scopul prestabilit este atins;
- declanșează cel mai mic număr de reguli necesare soluționării problemei.

Motorul de inferențe lucrează cu baza de cunoștințe până când fixează un fapt din baza de fapte sau numai un fapt parțial dacă se lucrează cu incertitudine. După ce faptele s-au introdus în baza de fapte, motorul trece din nou la baza de cunoștințe pentru a infera alte fapte. Acest mecanism continuă până când scopul prestabilit este atins sau până când toate regulile au fost declanșate și s-a înregistrat un eșec.

O vedere schematică a procesului inferențial este posibilă cu ajutorul arborelui inferențial sau arborelui de căutare, despre care am discutat anterior. În acest arbore, premisele și concluziile din reguli se prezintă ca noduri, iar arcele conectează premisele la concluzii. Operatorii AND și OR se utilizează pentru a reflecta structurile regulilor, motiv pentru care arborii de căutare se mai numesc *arbori ȘI-SAU*.

Motorul de inferențe conține proceduri pentru exprimarea proceselor de raționament, proceduri organizate sub forma unui set de instrucțiuni care implică reguli de inferență. În procesele de explicare, motorul identifică scopul și raportează subscopurile sau identifică scopul implicat într-o cerere a utilizatorului de tipul WHY? și raportează imediat subscopurile.

Scanned with OKEN Scanner

6.3. INCERTITUDINEA

Incertitudinea poate fi considerată lipsa informației adecvate necesare luării unei decizii. În lumea întreprinderilor, incertitudinea poate determina pierderi financiare mari sau profituri mici.

Ca oameni, trebuie să devenim experți în soluționarea situațiilor incerte, altfel nu supraviețuim: la școală, la serviciu, în traficul urban etc. Devenim experți în maximizarea performanței pentru selectarea unor obiecte materiale, mijloace de transport, perioada de vacanță, varianta de investiție etc.

Pentru a lucra cu incertitudine trebuie să cunoaștem strategiile de raționament. Pe acestea le-am prezentat deja.

6.3.1. Sursele incertitudinii

Există mai multe rațiuni pentru care considerăm incertă cunoașterea de care dispunem. Uneori sursele incertitudinii pot fi ușor eliminate, dar de multe ori nu. *Trebuie să convieţuim cu ele.* A face din sistemul expert un instrument de soluționare a incertitudinii este aspectul cel mai important al motorului de inferențe.

Sursele de erori care favorizează incertitudinea sunt prezentate de numeroși autori după schema din figura nr. 6.2.

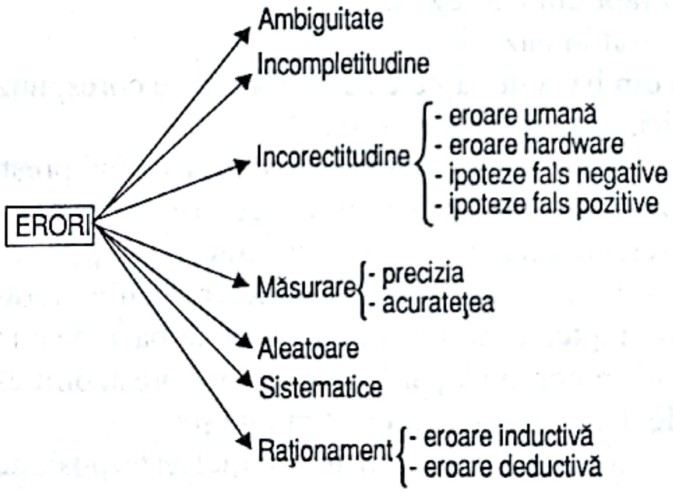


Fig. nr.6.2. *Sursele incertitudinii*

Ambiguitatea se întâlnește atunci când un enunț poate fi interpretat în mai multe moduri. De exemplu: "vindeți stocurile de materiale proaste" este un enunț ambiguu.

Incompletitudinea intervine atunci când o piesă de cunoaștere lipsește. De exemplu, piesa de cunoaștere "debitați contul" este incompletă, care cont?

Incorectitudinea intervine când o piesă de cunoaștere este eronată din cauza unei greșeli umane, din cauza proastei funcționări a echipamentului de calcul sau când o ipoteză este o aserțiune despre ceva eronat sau o consecință a unei reguli necorespunzătoare. De exemplu: "contul 101 este un cont de activ" este o aserțiune despre un fapt eronat.

O *ipoteză* este o presupunere care trebuie verificată. Ipoteza nulă este ipoteza elaborată inițial și care s-a constatat că este incorectă. Un tip de informație incorectă se

numeşte *fals pozitivă* dacă acceptă ipoteza care este incorectă (neadevărată). Un tip de informaţie incorectă se numeste *fals negativă* dacă respinge o ipoteză care este adevărată.

Erorile de măsurare pot fi erori de precizie şi erori de acurateţe. Deşi aceşti doi termeni se utilizează cu înţeles sinonim, ei sunt foarte diferiţi. De exemplu, două rigle, una gradată în milimetri şi alta gradată în centimetri: rigla gradată în milimetri va da la măsurare o precizie mai mare. Dar dacă gradaţiile în milimetri sunt făcute incorect? În acest caz, rigla în milimetri este lipsită de acurateţe, iar măsurătorile cu această riglă nu pot fi acceptate decât după aplicarea unui factor de corecţie. *Acurateţea* corespunde valorii de adevăr, iar *precizia* corespunde sensului cât de bine este cunoscut adevărul. De exemplu, rigla în milimetri, dacă este bine realizată, măsoară de zece ori mai precis decât rigla în centimetri.

Erorile hardware pot genera ciudăţenii, în sensul că ieşirile sunt greşite deşi intrările şi prelucrările sunt corecte sau nu se obţine nici o ieşire ori din aceeaşi prelucrare se obţine de fiecare dată alt rezultat, deşi condiţiile sunt aceleaşi. Aceste fluctuaţii ale rezultatului pot fi generate de natura *aleatoare* a sistemului studiat. Tuturor acestora li se spune *erori aleatoare* şi determină incertitudinea. Cauza lor poate fi conexiunile uitate sau incorecte.

Erorile sistematice sunt erorile care se produc în mod frecvent şi consistent din cauza utilizării aceloraşi aparate de măsurare cu aceleaşi defecte. De exemplu, eroarea de calibrare a riglei gradate în milimetri va da erori sistematice.

Erorile de raţionament pot fi cele inductive şi deductive. *Inducţia invalidă* este un tip de eroare. Ştim deja că inducţia este opusă deducţiei ca proces de raţionament. De exemplu, inducţia încearcă să infereze de la specific la general:

Premisa majoră : Dispozitivul antiincendiu nu merge
Premisa minoră : Simţim fum

Concluzia : Trebuie să fie foc undeva

Deşi este un argument puternic, concluzia de mai sus nu este dovedită. Fumul poate veni de oriunde din altă parte. Dovedirea focului se poate face dacă mai adăugăm o premisă la primele două, astfel: "haina mea arde".

Ştim deja că sistemele expert pot conţine reguli deductive şi reguli inductive, iar regulie inductive sunt de natură euristică. Inducţia s-a aplicat şi la generarea automată a regulilor, aşa cum am constatat la achiziţia cunoaşterii.

Pe lângă incertitudinea din fapte şi regulile pot conţine incertitudine, dacă se bazează pe euristici. Sigur că experienţa este foarte importantă, dar nu poate fi aplicată cu siguranţă de 100% în toate situaţiile tocmai pentru că experienţa este euristică.

Una dintre caracteristicile interesante ale experţilor umani este că ei raţionează bine în condiţii de incertitudine. Chiar dacă incertitudinea este mare, raţionamentele lor sunt bune. Altă caracteristică este că experţii îşi pot revizui opiniile atunci când revin asupra faptelor iniţiale (premisele) care au fost greşite. Acesta este un *raţionament nemonoton*, foarte greu de programat în sistemele expert. Revenirea asupra raţionamentelor făcute anterior este posibilă numai prin salvarea tuturor stărilor intermediare şi ţinerea unui istoric al declanşării regulilor.

Scanned with OKEN Scanner

Erorile inductive şi deductive sunt erori de raţionament, care determină formarea incorectă a regulilor.

Experţii nu sunt exceptaţi de la erori şi nu este sigur că au prelucrat cunoaşterea incertă în cel mai bun mod posibil. Aceasta poate fi o problemă majoră la achiziţia cunoaşterii, deoarece cunoaşterea expertului trebuie introdusă în reguli în faza de formalizare.

În aceste condiţii, trebuie să fim tot timpul atenţi deoarece inconsistenţele în exprimare, lipsa de acurateţe şi toate celelalte tipuri de erori posibile duc la incertitudine.

6.3.2. Incertitudinea şi regulile

a) Metode de reprezentare a incertitudinii

Reprezentarea incertitudinii se realizează prin trei metode de bază: numerică, grafică şi simbolică.

Metoda numerică este cea mai utilizată. Ea cunoaşte o scală cu două numere la extreme în care primul număr reprezintă incertitudinea completă, iar al doilea număr certitudinea completă. De exemplu, scalele: 0 şi 1, 1 şi 100, -10 şi +10, -100 şi +100.

Deşi pare simplă, metoda numerică este destul de dificilă şi în plus există şi probleme cu fundamentarea cognitivă a certitudinii sau incertitudinii. Numerele rezultate din experienţa expertului sau din percepţiile sale oferă o oarecare inconsistenţă.

Metoda grafică este mult mai preferată de către experţi fără a fi mai sigură ca metoda numerică. Li se cere experţilor să marcheze pe o scală grafică de certitudine (figura nr. 6.3) certitudinea sau incertitudinea lor în legătură cu un eveniment, situaţie etc.

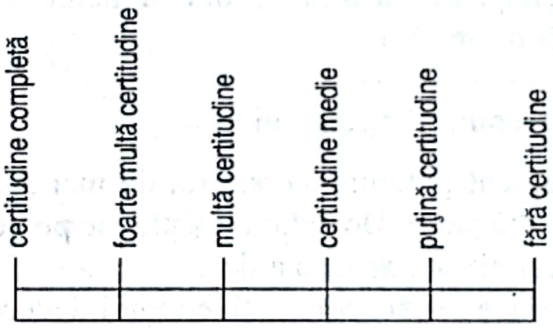


Fig. nr.6.3. *Scala de certitudine*

Metoda simbolică. Există mai multe modalităţi de reprezentare a incertitudinii cu simboluri. De obicei se utilizează scala Likert. De exemplu, un expert poate fi pus să evalueze probabilitatea inflaţiei pe o scală cu cinci gradaţii: foarte neprobabil, neprobabil, neutru, probabil, foarte probabil. Gradarea este cea mai populară abordare printre experţi şi poate fi utilă în procesele ierarhice analitice.

În final, toate aceste metode se combină cu numere sau sunt covertite în valori numerice.

b) Sursele incertitudinii în reguli

Deoarece multe sisteme expert se bazează pe reguli, considerăm potrivit să examinăm efectele incertitudinii asupra regulilor.

Scanned with OKEN Scanner

Există trei surse principale de incertitudine în reguli (figura nr. 6.4).

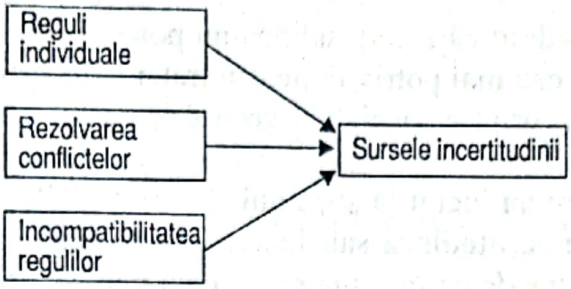


Fig. nr.6.4. *Sursele incertitudinii în sistemele expert bazate pe reguli*

În regulile individuale poate exista incertitudine fie în premisă, fie în concluzii. În acest fel erorile de raționament pot fi întâlnite în toată regula. Factorii de certitudine pot afecta atât premisele, cât și acțiunile. Există incertitudine implicată în determinarea combinării cunoașterii în premise: trebuie folosit numai operatorul AND, numai OR sau ambele combinate? Astfel de decizii le ia cognoticianul. El verifică corectitudinea și minimizează incertitudinea inerentă. Chiar dacă la o regulă individuală se poate minimiza incertitudinea, nu există garanții că lanțul inferențial va da rezultate valide. Incertitudine există și în lanțurile inferențiale. Ele implică situații în care intervine un conflict între reguli sau regulile sunt incompatibile.

Rezolvarea conflictelor se utilizează în legătură cu conflictele care pot apărea între reguli și care sunt o sursă a incertitudinii. Tot cognoticianul trebuie să stabilească o *prioritate explicită*, care determină ordinea de execuție a regulilor. Dacă această prioritate nu este corectă apare incertitudinea. Dar și *prioritatea implicită* a unei reguli (prima din listă, cea mai puțin complexă, cea mai specifică etc.) sau chiar regulile din subansamblul de conflict reținut la filtrare pot constitui probleme în raport cu incertitudinea.

Dacă premisele a două reguli sunt simultan satisfăcute, atunci motorul de inferențe trebuie să decidă care regulă se va executa prima. Strategii cum sunt specificitatea (număr mai mare de condiții în premisă implică mai multă specificitate), antecedentelor sau ordinea în care regulile s-au introdus se pot aplica în rezolvarea conflictelor. Iată un exemplu de specificitate pentru premise:

Regula 1: *Dacă focul arde atunci utilizați un extinctor;*

Regula 2: *Dacă focul arde și casa s-a aprins atunci utilizați un extinctor.*

Se înțelege că regula 2 are mai multă specificitate (două condiții în premisă).

Incompatibilitatea regulilor este o sursă de incertitudine. De exemplu, în cazul a două reguli contradictorii:

Regula 3: *Dacă este intrare de materiale atunci debitați contul 30001;*

Regula 4: *Dacă este intrare de materiale atunci nu debitați contul 30001.*

Incompatibilitatea regulilor și rezolvarea conflictelor sunt mai mult probleme ale bazelor de cunoștințe, mai ales când există un mare număr de reguli. Testarea atentă din partea cognoticianului, în vederea validării tuturor lanțurilor inferențiale posibile, va duce la minimizarea incertitudinii.

Scanned with OKEN Scanner

c) Factorii de certitudine

Toţi cercetătorii admit că incertitudinea nu poate fi ignorată. Unii susţin că teoria probabilităţii clasice este cea mai potrivită pentru tratarea incertitudinii (teoria lui Bayes). Nu există încă un consens printre specialişti despre cea mai oportună metodă de tratare a incertitudinii.

Cognoticienii care au lucrat la sistemul expert MYCIN afirmă că raţionamentele experţilor sunt bazate pe certitudinea sau incertitudinea unui fapt şi din acest motiv au dezvoltat noţiunea de *factor de certitudine* prezentată mai sus. Numeroase generatoare de sisteme expert şi sisteme expert utilizează factorii de certitudine.

Factorii de certitudine constituie o metodă de combinare a măsurii certitudinii cu o măsură a incertitudinii relative asupra unei ipoteze date **I** şi a evidenţei **E** observată de către experţi. În acest caz, factorul de certitudine s-a definit, la început, astfel:

(1) FC(I,E) = mI(I,E) - mN(I,E)

unde: I=ipoteza sau concluzia regulii; E=evidenţa premisei; mI=măsura încrederii în I, când E este cunoscut; mN=măsura neîncrederii în I când E este cunoscut.

În MYCIN mI şi mN s-au definit ca probabilităţi ataşate de experţi cu valori în intervalul 0–1. Deci, valoarea unui factor de certitudine se află între limitele:

-1 când mI=0 şi mN=1

1 când mI=1 şi mN=0

Astfel, un factor de certitudine pozitiv înseamnă că (mI>mN) o evidenţă, premisă dată, suportă ipoteza (concluzia). Un factor de certitudine negativ (mI<mN) înseamnă că dată fiind evidenţa, premisa nu suportă ipoteza. Dacă FC este 0, ambele situaţii pot fi întâlnite: fie că mI=mN=0, deci nu există nici o evidenţă sau mI=mN≠0 şi atunci încrederea este eliminată, anulată de neîncredere.

În 1977, definiţia lui FC în MYCIN a fost schimbată astfel:

(2) FC(I,E) = (mI - mN)/(1-min[mI,mN])

De exemplu, dacă mI=0,85 şi mN=0,60 atunci:

FC=(0,85-0,60)/(1-min[0,85, 0,60])

=0,25/0,40=0,625

Metoda MYCIN obligă la stabilirea unei valori de *prag* (minimă) pentru FC şi numai dacă pragul este depăşit regula va fi declanşată. Deci, pentru ca o regulă să fie declanşată, FC pentru ipoteză (concluzie) trebuie să depăşească valoarea pragului. De exemplu, dacă prag=0,25 o regulă se va executa numai dacă din evaluare pentru FC se obţine mai mult de 0,25.

O dată cu punerea la punct a conceptului de factor de certitudine, mai multe sisteme expert şi generatoare de sisteme expert au adoptat convenţii proprii pentru reprezentarea sub formă numerică a factorilor de certitudine. De exemplu, VP-Expert foloseşe limitele 0-100, EXSYS foloseşte cinci sisteme: 0-1 (Yes-No); [0-10]; [-100,+100], increment/decrement; CUSTOM FORMULA şi FUZZY LOGIC. În ambele cazuri FC se atribuie de către experţi şi cognoticieni. Numerele reprezintă procente, ca o măsură a încrederii (certitudinii). De exemplu, 100%=încredere totală, 0%=neîncredere totală.

Scanned with OKEN Scanner

Definiția factorului de certitudine s-a extins, relativ recent, astfel:
În cazul regulii IF E THEN I

(3) FC(I,E) = FC(E) * FC(I)

Dacă FC=1, atunci FC(I,E)=FC(I), rezultat pe cale intuitivă. De exemplu:
IF E THEN I (FC=0,75) atunci FC(I,E)=0,75

Dacă nu se specifică nici un FC, pentru E se presupune că FC(E)=1, la fel și pentru I.

Știm deja din capitolele anterioare că atât premisa, cât și concluzia pot conține factori de certitudine asociați. Știm totodată că factorii de certitudine pot sau nu să fie utilizați, iar dacă nu sunt utilizați, vor avea valoarea 1.

Până acum am văzut factori de certitudine aplicați asupra ipotezei (concluziei unei reguli). În MYCIN factorii de certitudine se aplică și asupra premisei. Există în acest sens două posibilități:

- când se află în premisă o singură condiție (evidență);
- când în premisă se află mai multe condiții (evidențe).

În acest din urmă caz, factorii de certitudine trebuie combinați.

În prima situație, când în premisă se află o singură condiție, dacă FC<1, ce putem spune despre certitudinea ipotezei? În MYCIN, această problemă s-a soluționat astfel:

(4) FC(I,e) = FC(I,E) * FC(E,e)

unde: FC(I,e)= factorul de certitudine al ipotezei bazat pe evidența e;
FC(I,E)=factorul de certitudine al ipotezei bazat pe evidența E;
FC(E,e)=factorul de certitudine al evidenței E.

De exemplu, dacă FC(I,E)=0,8 și FC(E,e)=0,5 atunci FC(I,e)=0,8*0,5=0,4.

Din punct de vedere intuitiv, rezultatul nu trebuie să surprindă deoarece, dacă există mai puțină certitudine despre evidență atunci există mai puțină certitudine și despre ipoteza, care inițial s-a bazat pe evidența certă.

În a doua situație, când în premisă sunt mai multe condiții, conectate cu conectorii logici AND, OR, NOT, rezolvările au fost următoarele:

- când câteva condiții sunt conectate cu AND, FC final este minimul factorilor de certitudine combinați din premisă, de exemplu, pentru:

IF E1 AND E2 AND E3 THEN I

dacă FC(E1)=0,6, FC(E2)=0,7 și FC(E3)=0,5
atunci FC(premisă)=min[FC(E1), FC(E2), FC(E3)]=0,5 iar dacă FC(I)=0,9 atunci FC(final)=0,5*0,9=0,45

- operatorul OR lucrează la fel cu AND, dar utilizează valoarea maximă al FC-ului dintre factorii de certitudine ai condițiilor legate cu OR. De exemplu, pentru:

IF E1 OR E2 OR E3 THEN I

dacă FC(E1)=0,3 și FC(E2)=0,6 și FC(E3)=0,5 și FC(I)=0,7
atunci FC(premisă)=max[FC(E1), FC(E2), FC(E3)] și FC(final)=0,6*0,7=0,42

- în cazul operatorului NOT, factorul de certitudine al unei condiții negate va fi FC-ul cu semn schimbat (negativ). De exemplu, pentru:

Scanned with OKEN Scanner

dacă FC(E)=0,6, atunci FC(NOT E)=-0,6

- în situația operatorilor logici combinați, modelul MYCIN procedează ca mai jos. De exemplu, pentru:

IF (E1 AND E2) OR (E3 AND NOT E4) THEN I

factorul de certitudine pentru premisă va fi calculat astfel:

(5) FC(premisă) = max[min[FC(E1), FC(E2)], [min[FC(E3),-FC(E4)]]

și atunci dacă avem FC(E1)=0,4, FC(E2)=0,7, FC(E3)=0,5, FC(E4)=0,6 rezultă că FC(premisă)=max[min[0,4, 0,7], min[0,5,-0,6]]=0,4
dacă FC(I)=0,8 atunci FC(final)=0,4*0,8=0,32

Trebuie remarcat că nu toate sistemele expert și generatoarele acestora folosesc metoda MYCIN pentru calculul factorilor de certitudine. De exemplu, VP-Expert atribuie factor de certitudine în aceeași manieră ca MYCIN, dar cu mici deosebiri, astfel:

Pentru **IF E THEN I,** *FC(I,E)=FC(E)*FC(I)*

Factorii de certitudine sunt introduși ca numere, iar generatoarele de sisteme expert îi transformă în numere zecimale în scopul calculelor. VP-Expert folosește metoda MYCIN și când premisa conține mai multe condiții legate cu operatorul AND, de exemplu, pentru regula:

IF E1 AND E2 AND E3 THEN I
FC(premisă)=min[FC(E1), FC(E2), FC(E3)]

- în cazul când condițiile din premise sunt legate cu operatorul OR, VP-Expert utilizează o tehnică diferită de MYCIN, de exemplu, pentru regula:

IF E1 OR E2 THEN I se utilizează relația: FC(premisă)=FC(E1)+FC(E2)-[FC(E1)*FC(E2)]. Exemplificând cu valori, obținem rezultatele de mai jos:

FC(E1)=0,70; FC(E2)=0,60
FC(premisă)=0,70+0,60-[(0,70)*(0,60)]=0,88

- în cazul când condițiile din premise sunt conectate cu operatorii AND și OR combinați, VP-Expert separă premisa în două condiții distincte pentru a calcula factorul de certitudine. De exemplu, pentru regula:

IF E1 OR E2 AND E3 THEN I

se face transformarea premisei:
E1 AND E3 OR E2 AND E3 pentru care
FC1=min[FC(E1), FC(E3)] și
FC2=min[FC(E2),FC(E3)]
expresia devine FC1 OR FC2 adică FC1+FC2-[FC1*FC2], astfel dacă FC(E1)=0,40, FC(E2)=0,50 și FC(E3)=0,60 se va obține:
FC1=min[0,40, 0,60] și FC2=min[0,50, 0,60] iar
FC(premisă)=0,40+0,50-[0,40*0,50]=0,70

- VP-Expert nu suportă operatorul NOT în premise deoarece lucrează cu scala 0–100, iar numerele negative nu au ce căuta pe această scală. Am exemplificat situația acestui generator pentru a-i arăta limitele din acest punct de vedere.

Scanned with OKEN Scanner

dacă FC(E)=0,6, atunci FC(NOT E)=-0,6

- în situaţia operatorilor logici combinaţi, modelul MYCIN procedează ca mai jos. De exemplu, pentru:

IF (E1 AND E2) OR (E3 AND NOT E4) THEN I

factorul de certitudine pentru premisă va fi calculat astfel:

(5) FC(premisă) = max[min[FC(E1), FC(E2)], [min[FC(E3),-FC(E4)]]

şi atunci dacă avem FC(E1)=0,4, FC(E2)=0,7, FC(E3)=0,5, FC(E4)=0,6 rezultă că FC(premisă)=max[min[0,4, 0,7], min[0,5,-0,6]]=0,4
dacă FC(I)=0,8 atunci FC(final)=0,4*0,8=0,32

Trebuie remarcat că nu toate sistemele expert şi generatoarele acestora folosesc metoda MYCIN pentru calculul factorilor de certitudine. De exemplu, VP-Expert atribuie factor de certitudine în aceeaşi manieră ca MYCIN, dar cu mici deosebiri, astfel:

Pentru **IF E THEN I,** *FC(I,E)=FC(E)*FC(I)*

Factorii de certitudine sunt introduşi ca numere, iar generatoarele de sisteme expert îi transformă în numere zecimale în scopul calculelor. VP-Expert foloseşte metoda MYCIN şi când premisa conţine mai multe condiţii legate cu operatorul AND, de exemplu, pentru regula:

IF E1 AND E2 AND E3 THEN I
FC(premisă)=min[FC(E1), FC(E2), FC(E3)]

- în cazul când condiţiile din premise sunt legate cu operatorul OR, VP-Expert utilizează o tehnică diferită de MYCIN, de exemplu, pentru regula:

IF E1 OR E2 THEN I se utilizează relaţia: FC(premisă)=FC(E1)+FC(E2)-[FC(E1)*FC(E2)]. Exemplificând cu valori, obţinem rezultatele de mai jos:

FC(E1)=0,70; FC(E2)=0,60
FC(premisă)=0,70+0,60-[(0,70)*(0,60)]=0,88

- în cazul când condiţiile din premise sunt conectate cu operatorii AND şi OR combinaţi, VP-Expert separă premisa în două condiţii distincte pentru a calcula factorul de certitudine. De exemplu, pentru regula:

IF E1 OR E2 AND E3 THEN I

se face transformarea premisei:
E1 AND E3 OR E2 AND E3 pentru care
FC1=min[FC(E1), FC(E3)] şi
FC2=min[FC(E2),FC(E3)]
expresia devine FC1 OR FC2 adică FC1+FC2-[FC1*FC2], astfel dacă FC(E1)=0,40, FC(E2)=0,50 şi FC(E3)=0,60 se va obţine:
FC1=min[0,40, 0,60] şi FC2=min[0,50, 0,60] iar
FC(premisă)=0,40+0,50-[0,40*0,50]=0,70

- VP-Expert nu suportă operatorul NOT în premise deoarece lucrează cu scala 0–100, iar numerele negative nu au ce căuta pe această scală. Am exemplificat situaţia acestui generator pentru a-i arăta limitele din acest punct de vedere.

Scanned with OKEN Scanner

6.3.3. Tehnici de rezolvare a conflictelor

Ştim deja că o regulă conflictuală are un anumit grad de incertitudine asociat ei. Să vedem acest lucru mai detaliat.

Una dintre atribuțiile motorului de inferențe constă în rezolvarea conflictelor dintre reguli. Pentru aceasta trebuie să existe un sistem de priorități pentru execuția regulilor. O schemă de rezolvare a conflictelor este critică numai atunci când o singură regulă trebuie declanşată la un moment dat. De aceea, unii autori[45] propun noțiunea de **strategie de rezolvare a conflictelor** pe care o definesc astfel: alegerea dintr-o secvență de reguli declanşabile a regulii care trebuie declanşată (executată). În sistemele expert care utilizează astfel de strategii, motorul de inferențe foloseşte un proces în trei paşi (recunoaştere, rezolvare, acționare), atunci când procesează regulile în cauză, astfel:

1. **Recunoaşterea** înseamnă compararea premiselor tuturor regulilor cu faptele din baza de fapte şi identificarea regulilor posibil declanşabile;
2. **Rezolvarea** înseamnă alegerea unei reguli de declanşat, în conformitate cu o anumită strategie, dintre cele declanşabile, identificată în pasul precedent;
3. **Acționarea** se referă la execuția efectivă a regulii selectate în pasul 2 şi în adăugarea concluziei sale în baza de fapte.

Sistemele expert şi generatoarele lor folosesc una sau mai multe tehnici de rezolvare a conflictelor, care dispun de o clasificare a priorităților acordate regulilor la declanşare, conform tabelei următoare:

Prioritate	Descriere
EXPLICITĂ	Atribuită de expert sau cognotician
IMPLICITĂ	Atribuită de motorul de inferențe

Regulile pot fi declanşate într-o anumită ordine datorită priorităților explicite introduse de expert sau cognotician. Această tehnică a *priorităților explicite* lucrează mai bine pentru sistemele expert mici şi este aproape inflexibilă la schimbările intervenite în baza de cunoştințe, dacă prioritățile sunt statice.

Tehnicile *priorităților implicite* sunt mai flexibile, mai ales când într-un sistem expert se utilizează mai multe odată; când una este neeficientă, alta va obține rezolvarea conflictelor ca o alternativă importantă. Există mai multe tehnici implicite, printre care: utilizarea factorilor de certitudine ataşați regulilor; specificitatea premiselor; ordinea în care regulile au fost introduse în baza de cunoştințe; ordinea în care regulile se află deja în baza de cunoştințe; cea mai recentă regulă introdusă în baza de cunoştințe. De exemplu, conform tehnicii ca regula cu factorul de certitudine cel mai mare să se declanşeze prima, factorul de certitudine al unei reguli se calculează prin înmulțirea FC-urilor premisei şi concluziei, ca în situația de mai jos:

R1: *IF E1(FC=0,8) THEN I1(FC=0,9)⇒FC(R1)=0,80*0,90=0,72*

R2: *IFE2(FC=0,95) THEN I2(FC=0,75)⇒FC(R2)=0,95*0,75=0,76*

Astfel, regula R2 se va declanşa prima pentru că are FC-ul cel mai mare.

Cu privire la tehnica despre specificitatea premiselor din reguli, dăm exemplul:

---

[45] Durkin, J., *Expert Systems. Design and Development*, Macmillan Pub. Co., NY, 1994, p. 104.

Scanned with OKEN Scanner

R3: *IF maşina nu porneşte THEN bateria nu funcţionează*

R4: *IF maşina nu porneşte AND luminile nu funcţionează*
THEN bateria nu funcţionează

În acest caz, regula R4 este mai specifică deoarece are mai multe condiţii în premisă; ea se va declanşa prima dacă ambele condiţii sunt adevărate (evidenţe), dar dacă numai prima condiţie este un fapt cunoscut, se va declaşa regula R3.

Cu privire la ordinea în care regulile au fost introduse în baza de cunoştinţe, această tehnică este utilă pentru că regula introdusă ultima se va marca cu un indicator de timp, iar dacă există un conflict între mai multe reguli, cu acelaşi drept de declanşare, va intra la execuţie regula cu ultimul indicator de timp marcat.

Tehnica cu privire la ordinea curentă a regulilor din baza de cunoştinţe funcţionează astfel: o nouă regulă introdusă se va insera întotdeauna între altele existente şi ca urmare ordinea regulilor se schimbă mereu. Faţă de tehnicile precedente este mai simplă de implementat deoarece nu presupune nimic suplimentar (calcule, indicatori de timp etc.).

Tehnica celei mai recente reguli introduse în baza de cunoştinţe se aplică foarte eficient la sistemele expert care funcţionează în timp real, deoarece baza de cunoştinţe se află într-o continuă actualizare. Regula introdusă cel mai recent va avea întotdeauna prioritate la execuţie în raport cu altele introduse înaintea ei.

Unii autori sistematizează astfel strategiile de rezolvare a conflictelor:

1. Prima regulă declanşabilă se va executa mai întâi;
2. Regula cu prioritatea cea mai mare se va declanşa mai întâi;
3. Regula cea mai specifică se va executa prima;
4. Regula care conţine în concluzie cel mai recent element întrodus în baza de fapte are prioritatea maximă;
5. Nu se va mai reexecuta regula deja declanşată;
6. Declanşaţi toate regulile cu linii de raţionament separate.

Folosirea uneia sau alteia dintre strategii este la latitudinea proiectanţilor şi depinde de necesităţile aplicaţiei.

Scanned with OKEN Scanner

6.4. TIPOLOGIA MOTOARELOR DE INFERENȚE

Teoria motoarelor de inferențe este, poate, cea mai atractivă și mai complexă problematică din întreg ansamblul cunoștințelor necesare dezvoltării sistemelor expert[46].

Pentru orientarea cititorului în acest domeniu, relevăm numai câteva dintre criteriile, care diferențiază între ele motoarele de inferențe: modul de invocare a regulilor, metodele de inferență, strategiile de căutare, monotonia și nonmonotonia, stilul de programare și limbajul de descriere al cunoașterii.

Modul de invocare a regulilor se referă la faptul dacă motoarele de inferențe funcționează după strategia de control înainte, strategia de control înapoi sau după strategia mixtă. Motoarele care utilizează strategia de control înainte desfășoară procese de raționament deductiv, conform schemei din figura nr. 6.5.

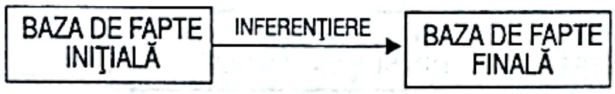


Fig. nr.6.5. *Gestiunea bazei de fapte*

Motorul pleacă de la baza de fapte inițială pentru a obține o bază de fapte finală printr-un proces de inferențiere corespunzător. În legătură cu strategia de control înainte, motorul se interesează de toate soluțiile posibile ale problemei și de toate faptele prezente în baza de fapte inițială. Algoritmul după care funcționează motorul este următorul (figura nr. 6.6):

- se iau regulile în atenția motorului unele după altele;
- se testează fiecare regulă, prin comparare cu faptele din baza de fapte, pentru a vedea dacă este declanșabilă sau nu. O regulă este declașabilă dacă premisa sa este TRUE, caz în care se va activa, adăugând în baza de fapte toate faptele aflate în partea ei de acțiune;
- după examinarea tuturor regulilor, procesul se încheie (cu eșec sau cu succes), iar în caz de eșec se reia.

[46] Andone, I., *Artificial Intelligence and Expert S* [illegible] g MOLDOVA Pub., Iassy, 1993, 115.

Scanned with OKEN Scanner

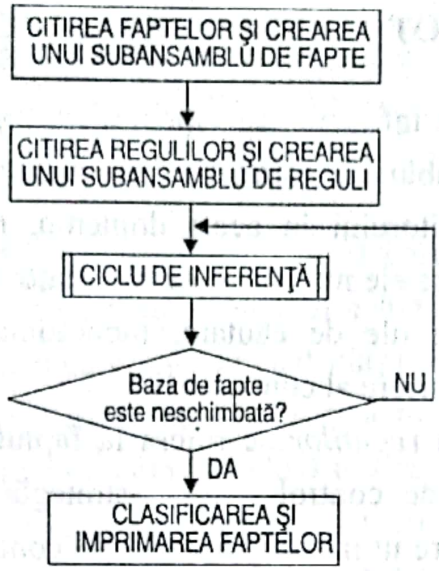


Fig. nr.6.6. *Algoritm pentru strategia de control înainte*

Ciclul de inferenţă se prezintă ca în schema din figura nr. 6.7.

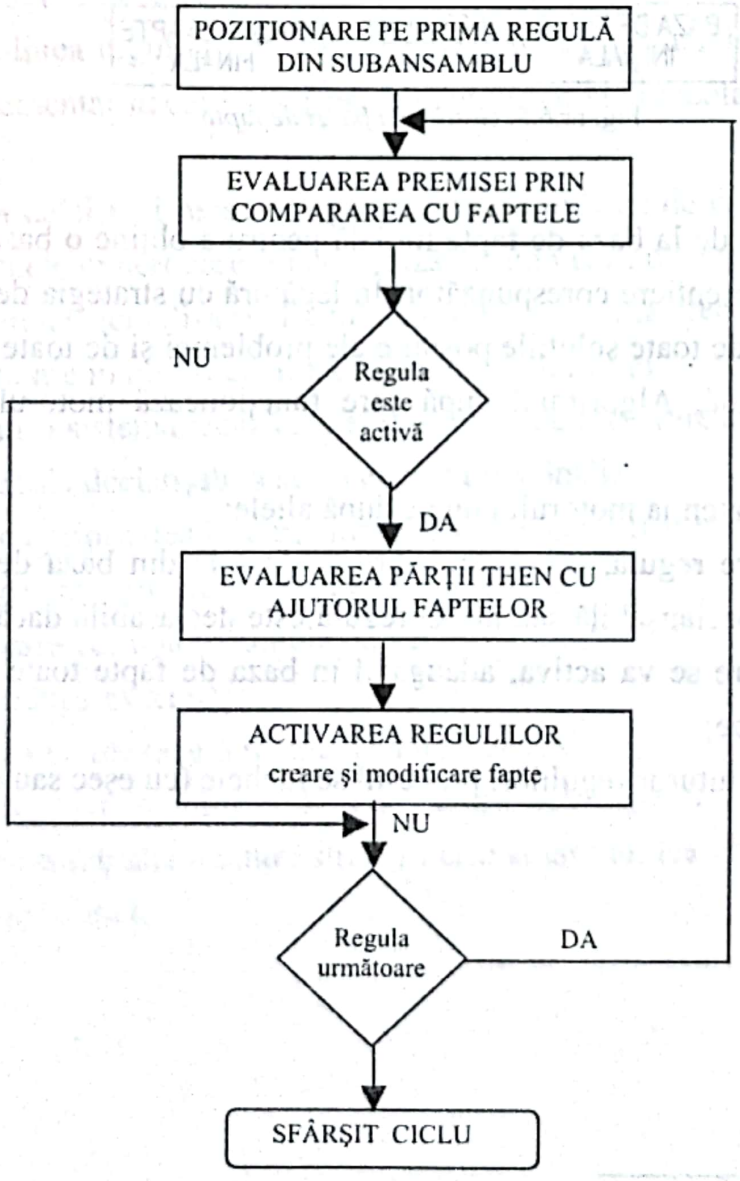


Fig. nr.6.7. *Schema ciclului de inferenţă conform strategiei de control înainte*

Motoarele care funcționează după strategia de control înapoi desfăşoară procese inductive de raționament şi au la bază paşii:

- se pleacă de la un fapt particular, numit scop, care trebuie stabilit;
- se determină dacă scopul poate sau nu să fie demonstrat; aceasta se va soluționa prin rezolvarea subscopurilor corespunzătoare. Numai acele reguli la care partea de acțiune include scopul sunt controlate. Dacă anumite părți din premise sunt necunoscute, acestea vor fi solicitate de la utilizator în timpul sesiunii de lucru sau vor fi derivate din alte reguli (figura nr. 6.8).

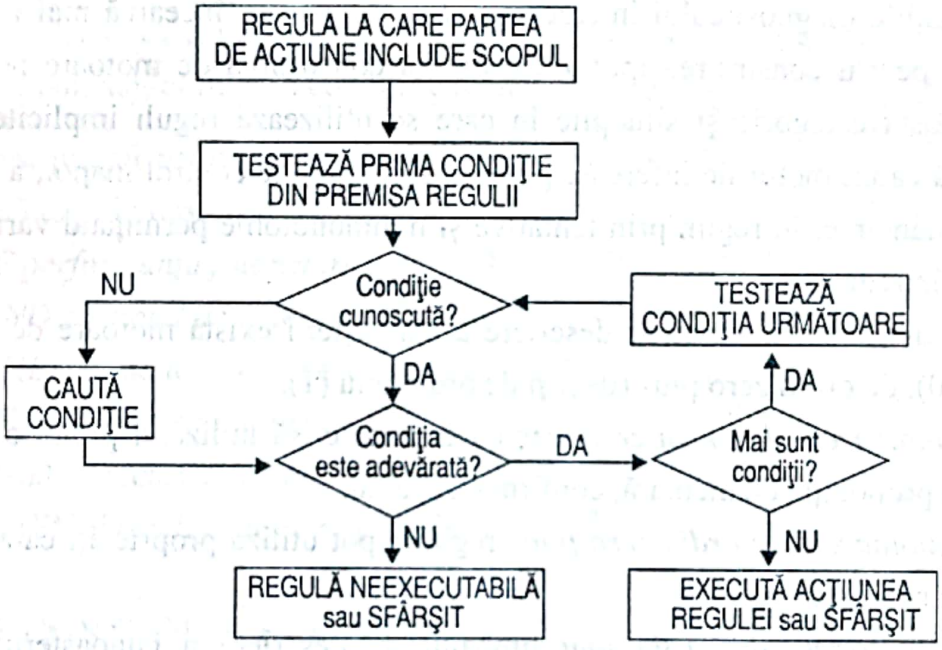


Fig. nr.6.8. *Schema motorului de inferențe pentru strategia de control înapoi*

Un asemenea motor începe întotdeauna cu un scop predeterminat, care, dacă nu e cunoscut din baza de fapte, se va decide dacă poate fi derivat din alte reguli sau solicitat de la utilizator. Pentru acest lucru există reguli de rezolvare a conflictelor de tipul: întâi cere şi apoi derivă, întâi derivă şi apoi cere. Pot exista şi criterii de decizie de alt tip. Rezultatul final constă în valori corespunzătoare scopului inițial şi pentru toate subscopurile intermediare, evaluarea regulilor relevante şi formularea întrebărilor pentru utilizatori. Cele mai bune exemple de astfel de motoare sunt EMYCIN şi PROLOG.

Motoarele mixte combină cele două strategii de control în scopul de a încerca, în timpul trecerii prin baza de cunoştințe, să se înlăture inconvenientele celor două prin legarea avantajelor lor.

Scanned with OKEN Scanner

Pe modurile de invocare a regulilor şi strategiilor inferenţiale se suprapun şi unele dintre strategiile de căutare, care trebuie cunoscute de către cognoticienii care decid achiziţia unui sistem expert.

Monotonia şi nonmonotonia sunt proprietăţi ale sistemelor expert rezultate din funcţionarea motoarelor de inferenţe. Se consideră că un motor de inferenţe funcţionează monoton dacă nici o piesă de cunoaştere nu poate fi eliminată din baza de cunoştinţe şi nici o piesă de cunoaştere nou adăugată nu introduce contradicţia. Monotonia funcţionării motoarelor de inferenţe se recomandă în cazul sistemelor expert pentru diagnostic.

Situaţiile diagnosticului interactiv şi cele în care se încearcă mai multe linii de raţionament pentru construirea ipotezelor obligă construirea de motoare nonmonotone. Intră în această categorie şi situaţiile în care se utilizează reguli implicite. PROLOG funcţionează ca un motor de inferenţe pe baza strategiei de control înapoi, a strategiei de căutare în adâncime, în regim prin tentative şi nonmonotonie permiţând variabile atât în fapte, cât şi în reguli.

În funcţie de limbajul de descriere a cunoaşterii există motoare de inferenţe de ordin zero (0), de ordin zero plus (0+), şi de ordin unu (1).

La *motoarele de ordin zero*, regula este descrisă utilizând premise şi concluzii relative la o propoziţie elementară, confirmată sau nu.

La *motoarele de ordin zero plus*, regulile pot utiliza proprietăţi caracteristice cu una sau mai multe valori.

La *motoarele de ordin unu* limbajul de descriere a cunoaşterii autorizează folosirea variabilelor, obţinându-se un caracter mai general şi o posibilitate de declanşare a regulilor mai largă. De exemplu:

IF produsul (x) = A
AND preţul creşte
THEN vinde produsul (x)

Motoarele de inferenţe se diferenţiază între ele şi prin regimul de funcţionare (*prin tentative* sau *irevocabil*) sau prin modul în care sunt utilizate sistemele expert. Pot exista:

- motoare care funcţionează interactiv;
- motoare care utilizează un anumit limbaj de comunicaţie;
- motoare care explică sau nu inferenţele.

Scanned with OKEN Scanner

6.5. STUDIU DE CAZ: SEPECC

Este important de observat cum putem încorpora în regulile sistemului SEPECC factorii de certitudine.

Pentru aceasta vom lua în seamă factorii de certitudine despre performanța financiară în conformitate cu punctajul din tabelul de la paragraful 2.16.

Dacă suntem foarte siguri că performanța financiară este FOARTE BUNĂ, atunci acordăm un factor de certitudine de cel puțin 81%; dacă suntem foarte siguri că performanța financiară este BUNĂ acordăm un factor de certitudine de cel puțin 71% etc.

Subiectivitatea expertului sau cognoticianului, în acest caz, este susținută totuși de un anumit punctaj, obținut în condițiile relatate la paragraful 2.16.

Stabilim apoi pragul pentru declanșarea regulii, de exemplu 40%. În acest caz, pentru primele două reguli vom avea:

Regula 1:*IF performanța financiară este A (0,90)*
AND serviciul datoriei este BUN (0,90)
THEN clasa de credite este STANDARD

Regula 2:*IF performanța financiară este A (0,85)*
AND serviciul datoriei este SLAB (0,50)
THEN clasa de credite este ÎN OBSERVAȚIE

6.6. CONTROL ȘI EXERCIȚII

1. Pe baza metodei VP-Expert calculați factorii de certitudine din regulile de mai jos. ***Notă:*** în VP-Expert factorul de certitudine este notat cu CNF, de la Confidence Factor.

a) IF E(CNF=0,70) THEN I

b) IF E1(CNF=0,40)
AND E2(CNF=0,75)
AND E3(CNF=0,70)
THEN I

c) IF E(CNF=0,75)
THEN I (CNF=0,80)

d) IF E1(CNF=0,90)
OR E2(CNF=0,60)

Scanned with OKEN Scanner

THEN I (CNF=0,70)

2. Pe baza regulilor de la punctul 3 din paragraful 4.6. de mai înainte descrieţi cum se utilizează strategia de control înainte şi strategia de control înapoi. Ordinea regulilor din baza de cunoştinţe este aceea prezentată. Ce diferenţe observaţi dacă schimbaţi această ordine?

3. Utilizaţi factorii de certitudine pentru niveluri de asigurare mai adecvate astfel:

Suma asigurată	CNF
400.000 – 800.000	0,30
800.000 – 1.000.000	0,50
1.000.000 – 1.500.000	0,70
peste 1.500.000	0,90

Folosiţi aceşti factori de certitudine în baza de cunoştinţe de la exerciţiul 2 în acelaşi scop.

4. Se dau regulile de mai jos (R1–R4) şi se cere:

a) efectuaţi calculele factorilor de certitudine şi listaţi regulile utilizate în condiţiile:

- inflaţia este mare (CNF=0,8), rata dobânzii este mare (CNF=0,6). Care este CNF pentru preţul acţiunilor?
- preţul aurului este mare (CNF=0,5), rata de schimb a dolarului este mică (CNF=0,7). Care este CNF pentru preţul acţiunilor?

b) cunoscând CNF din cele două condiţii anterioare, care va fi CNF pentru preţ mic al acţiunilor şi pentru preţ mare al acţiunilor?

Regula 1:*IF inflaţia este mare*
THENşomajul este mare

Regula 2:*IF inflaţia este mare*
AND rata dobânzii este mare
THEN preţul acţiunilor este mic

Regula 3:*IF preţul aurului este mare*
OR rata de schimb a dolarului este mare
THEN preţul acţiunilor este mic

Regula 4:*IF preţul aurului este mare*
THEN şomajul este mare

5. Explicaţi de ce strategia de control înainte este preferată în problemele cu o plajă mare de soluţii.

6. Obţineţi un manual cu normele de creditare ale unei instituţii bancare şi dezvoltaţi un prototip de sistem expert adecvat în condiţiile acordăriii creditelor pentru investiţii.

Scanned with OKEN Scanner

Scanned with OKEN Scanner

CAPITOLUL VII

INTERFAȚA DE DIALOG CU UTILIZATORII

Interfața de dialog cu utilizatorii este o componentă cheie pentru reușita deplină a sistemelor expert. Ea reprezintă mediul de comunicare total dintre sistemul expert și utilizatorii de orice tip. Ea trebuie să afișeze întrebări și răspunsuri, să permită selectarea opțiunilor din meniuri, selectarea icoanelor, acționarea butoanelor de pe ecranele senzitive, introducerea de comenzi, inclusiv comenzi prin voce și manipularea celor mai diferite obiecte în confomitate cu limbajul de prezentare acceptat de proiectanți și utilizatori.

O bună interfață trebuie să includă o schemă integrală de comunicare, schemă care include proiectul de ecran, dispozitivele de intrare-ieșire și schema fluxurilor de informații dintre sistemul expert și utilizatori.

Vom observa în continuare o caracterizare generală a interfeței cu utilizatorii, o serie de interfețe formate și exploatate în diferite moduri, precum și elementele de elaborare a interfeței utilizator pentru sistemul expert SEPECC din studiul de caz, care a devenit deja familiar.

7.1. CARACTERISTICI GENERALE

Interfaţa utilizator, ca la orice produs informatic, oferă "faţă comercială" sistemului expert, linia sa de viaţă, deoarece îi permite un marketing reuşit. Caracteristicile interfeţei sunt fundamentale şi determinante în acceptarea sau nu a unui sistem expert.

Pentru a obţine beneficii dintr-un sistem expert bine realizat şi cu multiple cunoştinţe, interfaţa trebuie să permită utilizarea uşoară a sistemului şi să avantajeze utilizatorul în comunicaţia cu sistemul.

Comunicaţia cu sistemul nu este o simplă trimitere de mesaje dus-întors, ci constituie, totodată, şi un mediu psihologic şi de percepţie important pentru utilizator.

Interfaţa trebuie să dispună de componente fizice, componente perceptuale şi psihologice. Imaginea perceptuală a utilizatorului faţă de sistem este întotdeauna critică. Dacă funcţionalitatea şi beneficiile sale nu sunt percepute rapid de către utilizator, atunci sistemul expert este respins, fiind considerat neoportun şi fără utilitate.

Din punct de vedere psihologic, dacă utilizatorul are o percepţie confuză din cauza lipsei de instruire sau a documentării, sistemul expert va apărea ca un program ostil, mai ales când mesajele de eroare abundă tocmai din cauza interfeţei neadecvate.

Întotdeauna, o interfaţă proiectată sărăcăcios poate determina eşuarea unui sistem expert bine gândit şi foarte scump.

Interfaţa utilizator poate fi gândită ca o suprafaţă pe care se introduc informaţiile solicitate şi comenzile necesare în timpul sesiunii de utilizare a sistemului expert şi se obţin rezultatele de la sistem. Componentele fizice ale unei interfeţe sunt dispozitivele de afişare video, audio şi de intrare de cele mai diverse tipuri: ecran, microfon, tastatură şi mouse.

În conceptul de interfaţă se includ şi toate aspectele sistemului preferate de către utilizator. Calitatea interfeţei, din punctul de vedere al utilizatorului, depinde de ceea ce simte, vede şi doreşte sau trebuie să ştie utilizatorul, respectiv acţiunile sale în vederea obţinerii rezultatelor de la sistem.

Dialogul cu sistemul este un proces ciclic format din următoarele elemente:

- limbajul de acţiune, acţiunile utilizatorului în timpul sesiunii de lucru (selecţie opţiuni, răspunsuri la întrebări, introducere comenzi etc.). În acest scop, se utilizează cele mai diferite dispozitive de intrare;

Scanned with OKEN Scanner

- cunoașterea utilizatorului despre sistem și domeniul aplicativ. Aceasta poate fi însușită din documente, din mesajele sistemului (help) și prin instruire;
- reacția utilizatorului la imaginile de pe ecran și solicitarea acțiunilor;
- limbajul de prezentare al sistemului, este vorba despre informația afișată pe ecran de către sistem (meniuri, text, ferestre, icoane, grafice etc.). Studiile, cele mai recente, arată că tipul ieșirilor sistemelor expert au mare impact asupra calității sistemului și percepției utilizatorului. Este foarte important de afișat ieșirea preferată de utilizator;
- calculatorul, care interpretează acțiunile utilizatorului și generează răspunsuri în limbajul de prezentare ales;
- dialogul propriu-zis, adică seria observabilă de interacțiuni dintre utilizator și calculator;
- interfața utilizator, acea componentă a sistemului alcătuită din toate elementele hardware și software care fac posibil dialogul.

Toate aceste elemente se pot proiecta și executa în cele mai diferite moduri. Interactivitatea este întotdeauna cea mai adecvată în cazul sistemelor expert de gestiune.

7.2. STILURI DE INTERFEȚE

Stilurile de interfețe au în vedere comunicația interactivă dintre sistemul expert și utilizator. Ele determină cum este afișată informația pe ecran și cum sunt introduse în calculator răspunsurile sau comenzile utilizatorului, astfel încât să ofere simplitate și operativitate.

În literatură, pentru același termen, se utilizeză stiluri de dialog, moduri de dialog și formate conversaționale.

Cele mai comune stiluri de interfețe la sistemele expert actuale sunt cele în care se utilizează ecranul și tastatura cu mouse-ul. Este vorba despre interfețele bazate pe meniuri, interfețe de tipul întrebare–răpuns, interfețe orientate pe icoane și interfețe bazate pe ferestre multiple.

Interfața bazată pe meniuri permite utilizatorului să selecteze dintr-o listă de opțiuni (din meniu) pe aceea pe care dorește să o execute. Opțiunea este selectată prin apăsarea tastei corespunzătoare numărului sau literei. Meniurile trebuie să apară într-o ordine logică, să înceapă cu un meniu principal și să se continue cu submeniuri. Meniurile și submeniurile pot include comenzi, care apar separat în submeniuri. Există generatoare

Scanned with OKEN Scanner

de sisteme expert cum sunt EXSYS, Level 5 ş.a., care implică utilizarea extensivă a comenzilor ca părţi din meniuri.

Meniurile pot deveni plictisitoare pentru utilizator, în cazul situaţiilor mai complexe, când intervin mai multe submeniuri, iar utilizatorul trebuie să cunoască navigarea prin ele şi revenirea la meniul principal. Un prea mare număr de niveluri de meniuri determină o confuzie din partea utilizatorului. De aceea, la proiectare se va avea în vedere numărul de opţiuni de pe suprafaţa meniurilor orizontale în raport cu numărul de niveluri de submeniuri verticale. Sunt preferate meniurile orizontale (bară) cu submeniuri verticale subordonate, aşezate în scară după meniul principal.

Meniurile au avantajul că necesită o zonă mică de pe ecran însă implică tehnici de programare evoluate şi multă experienţă.

Interfaţa de tipul întrebare-răspuns este foarte populară în sistemele expert şi uşor de programat. Se începe întotdeauna cu o întrebare pusă sistemului de către utilizator la care sistemul răspunde sau invers sistemul întreabă şi utilizatorul răspunde. De regulă, răspunsul utilizatorului constă în selecţia unui text (opţiune) dintr-un meniu afişat de sistem. În aceste condiţii, sistemul trebuie să afişeze prompt-ul pe ecran împreună cu explicaţiile privind efectul opţiunii alese de utilizator.

Dialogul poate implica un mare număr de întrebări, unele fiind consecinţa întrebărilor/răspunsurilor anterioare. O întrebare poate avea ca efect afişarea unui meniu din care se va selecta răspunsul potrivit de către utilizator. Sistemul expert poate afişa ulterior întreaga secvenţă de întrebări memorată în timpul sesiunii de lucru, iar la comanda utilizatorului să fie afişată ca *trasă* a dialogului.

Interfeţele orientate pe icoane constituie un stil special de interfeţe, în care pe ecran apar o serie de obiecte grafice numite *icoane* (imagini/simboluri, pictograme), care pot fi manevrate de către utilizator în cadrul dialogului cu sistemul expert. De regulă, cu ajutorul mouse-lui se face clic pe o icoană sau alta, iar aceasta declanşează funcţia sa specifică. Suprafeţele grafice de tip Windows sunt relevante în acest sens.

Interfeţele bazate pe ferestre multiple constituie cel mai modern format, pe larg utilizat, deoarece permite şi afişarea pe ecran a unor ferestre în care se pot lansa operaţii de tot felul. Ferestrele se pot suprapune, una peste alta, şi conţin informaţii de orice tip. Controlul asupra ferestrelor este realizat de utilizator cu ajutorul mouse-lui, o cale foarte funcţională de inspiraţie Windows. Ferestrele pot conţine cutii de dialog, butoane, icoane etc.

Scanned with OKEN Scanner

Avantajul interfețelor cu ferestre multiple constă în utilizarea simultană a acestora. Dezavantajul constă în utilizarea unei mari cantități de memorie RAM și presupune multă experiență de programare și chiar cunoașterea unor limbaje de programare vizuală. Toate configurațiile de ecrane cu ferestre multiple se pot combina în interiorul unei interfețe de sistem expert.

Din studiile de specialitate făcute pentru a determina eficiența si acuratețea diferitelor stiluri de interfețe, rezultă o sinteză prezentată în tabelul nr.7.1 de mai jos.

Tabelul nr. 7.1. *Calitățile interfețelor*

Stiluri Calități	**Meniuri**	**Întrebare - răspuns**	**Icoane**	**Ferestre multiple**	**Limbaje de comandă**
Viteza	mică	mică	mică	mică	rapidă
Acuratețea	excelentă	moderată	excelentă	excelentă	slabă
Timp de instruire	scurt	scurt	scurt	moderat	lung
Preferința utilizatorului	foarte mare	mică	mică	mică	numai dacă este instruit
Puterea	mică	moderată	moderată	moderată	foarte mare
Flexibilitatea	limitată	moderată	moderată	mare	foarte mare
Controlul	sistem	sistem	sistem și utilizator	sistem și utilizator	utilizatorul

Există și alte stiluri de interfețe însă, probabil, stilul cel mai preferat va fi prelucrarea limbajului natural combinată cu recunoașterea vocii și imaginilor.

7.3. PRINCIPII DE PROIECTARE A INTERFEȚELOR

Există trei surse de care se ține seama la proiectarea interfețelor utilizator: modelul poiectantului, modelul utilizatorului și modelul sistemului. În acest context, termenul de model este un alt termen pentru imagine, schemă, machetă sau configurație. Toate aceste modele se utilizează la construirea unei interfețe utilizator (figura nr. 7.1).

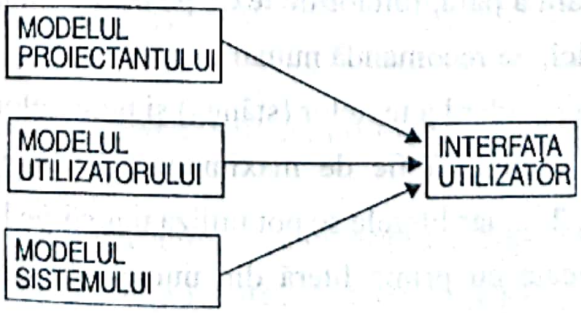


Fig. nr.7.1. *Modele pentru construirea interfeței utilizator*

Scanned with OKEN Scanner

Modelul proiectantului se referă la punctul de vedere al persoanelor care proiectează şi implementează sistemul expert. Dacă echipa de proiectare este formată din expert, cognotician, programatori şi utilizatori, atunci acest model este unul compozit, rezultat din opiniile tuturor acestor actori participanţi la construirea sistemului expert. Acest model poate să difere de la un membru al echipei la altul şi chiar de la o echipă de proiectare la alta. Dacă proiectantul este o singură persoană (expert sau cognotician), atunci modelul va fi propriul său elaborat, configuraţia sa mentală asupra interfeţei.

Modelul utilizatorului este întotdeauna unul nou, al unui singur om, deoarece se poate schimba de la un utilizator la altul. Din acest motiv se va ţine seama de opinia mai multor utilizatori, viitori beneficiari ai sistemului expert.

Modelul sistemului va fi un elaborat compozit al tuturor utilizatorilor sistemului expert, inclusiv al utilizatorilor experţi.

Aceste trei modele constituie coloana vertebrală pe care se sprijină noua interfaţă utilizator proiectată.

Dacă sistemul expert este orientat spre experţi din domenii specifice, atunci interfaţa sa va respecta cerinţele tuturor acestora. Dacă sistemul expert este orientat către utilizatori, în sensul comun al cuvântului, atunci se va defini o interfaţă care să corespundă interesului lor general. Natura, cunoştinţele şi pregătirea de bază a utilizatorilor este coordonata fundamentală de care trebuie ţinut seama la elaborarea interfeţei utilizator.

Liniile orientative pentru proiectarea interfeţei utilizator la sistemele expert se prezintă, în principal, pentru formatele de ecran şi pentru utilizarea dispozitivelor de intrare astfel:

a) *pentru organizarea şi proiectarea ecranelor:*

- folosirea ecranelor bine spaţiate între informaţiile de afişat. Un ecran să fie utilizat numai circa 15–20% din capacitate. Trebuie eliminată informaţia de prisos;
- folosirea cât mai rară a paragrafelor de texte pe ecran. Să nu se utilizeze combinaţii de litere mari şi mici. Se recomandă numai literele mari;
- să se facă alinierea standard a textelor (stânga) şi numerelor (dreapta);
- opţiunile dintr-un meniu să fie de maximum 5–7. Numerotarea opţiunilor este obligatorie de la 1, 2, ... iar literele se pot utiliza numai pe lista scurtă de opţiuni (cel mult 3–4) identificate cu prima literă din numele fiecărei opţiuni. Se utilizează eventual culori diferite sau iluminarea mai accentuată a literelor. Opţiunile din

meniu să fie clasificate (ordonate) după un anumit criteriu: timp, funcție, importanță, număr. Cele mai frecvent utilizate se vor plasa întotdeauna la începutul listei;

- o cât mai bună consistență în exprimarea textelor, prompturilor, uniformitate în fraze, plasarea mesajelor mereu în același loc și utilizarea aceluiași vocabular;
- pentru intrări de date să se folosească inversarea video și eventual câmpuri colorate diferit;
- din necesități ergonomice culoarea și graficele trebuie folosite cu mare grijă și parcimonios;
- să fie lăsat utilizatorul să aleagă câteva dintre caracteristicile interfeței: configurația, denumiri, culori etc.

b) *pentru utilizarea dispozitivelor de intrare:*

- un număr cât mai mic de intrări de la tastatură;
- utilizarea de comenzi sau meniuri cu două niveluri ierarhice, foarte nimerite pentru începători și pentru inițiați;
- utilizatorul să dispună de capacități de help pentru navigarea prin meniuri și în întreaga interfață utilizator;
- să fie garantat timpul de răspuns rapid la toate categoriile de cereri utilizator, maximum 2 seunde;
- să se evite ecranele goale în timpul sesiunii de consultare, eventual să se afișeze măcar un mesaj de așteptare sau funcția specifică sistemului la un moment dat;
- să fie implementată posibilitatea de anulare a comenzilor lansate (undo);
- mesajele de eroare să fie cât mai simple;
- să fie minimizat dialogul utilizator-sistem, precum și alternanțele mouse-tastaură sau dispozitive vocale.

7.4. INTERFEȚELE SISTEMELOR EXPERT CU BAZELE DE DATE ȘI TABELELE DE CALCUL

Acest tip de interfețe a devenit curent. Formatul tabelar care este specific ambelor cazuri permite acest lucru.

Deoarece sistemele expert utilizează uneori mari cantități de informații și fapte, a devenit naturală conectarea acestora la alte medii de programare, cum sunt cele specifice bazelor de date și calculului tabelar (spreadsheets), mai ales în cazul microcalculatoarelor.

Scanned with OKEN Scanner

În aceste situații, baza de date și/sau tabela de calcul este considerată ca o interfață de intrare în sistemul expert, care va genera, prin inducție, reguli din înregistrări. De exemplu, tabela completată de utilizator, de mai jos, se numește *tabelă de exemple* și pe baza ei sistemul expert va genera reguli.

CONDIȚIE	CONDIȚIE	ACȚIUNE	ACȚIUNE
A	B	C	–
A	D	F	B
B	–	G	H

Astfel, fiecare înregistrare a bazei de date/tabelei de calcul devine o regulă de producție:

R1: *IF A AND B THEN C*

R2: *IF A AND D THEN F AND B*

R3: *IF B THEN G AND H*

Primele două câmpuri ale înregistrării au fost interpretate drept condiții din premisă, iar ultimele două câmpuri sunt acțiuni.

În scopul execuției unor operții complexe de calcul, multe sisteme expert bazate pe reguli sunt proiectate pentru a avea acces la un program extern. Acest program poate fi orice tip de produs-program convențional, de exemplu: un program în VisualFoxPro, în Access, în Excel, în C++, în VisualBasic etc. Să luăm în atenție regulile de mai jos, care nu sunt codificate într-un limbaj anume, ci oferă doar o ilustrare a acestor tipuri de aplicații integrate.

1. Program procedural

```
Regula1
IF Clientul solicită o nouă cutie
AND NR=Număr de bucăți de împachetat
AND GR=Greutatea unei bucăți
THEN CALL CALCUL_TOTALGR
    AND SEND NR, GR
    AND RETURN TOTALGR
```

Această regulă determină greutatea totală a unei cutii comandate de un client: se va executa programul apelat CALCUL_TOTALGR.

2. Bază de date

Regula 2

IF Există o urgenţă la serviciu

AND NUME=Ionescu

THEN OPEN TELEFOANE

AND FIND NUME, CAMP_NUME

AND TELEF=CAMP_TELEFON

În această regulă se doreşte obţinerea numărului de telefon pentru şeful serviciului (Ionescu) în caz de urgenţă. Se va obţine acest număr din baza de date TELEFOANE, mai întâi prin localizarea înregistrării care conţine în CÂMP_NUME numele Ionescu, apoi se va asigna variabila TELEFON cu acest nume.

3. Calcul tabelar

Regula 3

IF Este nevoie de vânzările pe luna decembrie

THEN OPEN VÂNZĂRI98

AND DEC_VÂNZ=C11

Această regulă obţine informaţia despre totalul vânzărilor pe luna decembrie din celula C11 a tabelei de calcul VÂNZĂRI98.

Capacitatea de acces şi interfaţare cu programele externe de orice tip oferă o mare flexibilitate în proiectarea sistemelor expert de gestiune. Poate fi realizat accesul la mari cantităţi de informaţie existente în bazele de date şi programele de calcul tabelor, extrem de necesare pentru punerea la punct a sistemelor inteligente pentru luarea deciziei.

Sistemele expert de gestiune se construiesc cu cele mai familiare şi mai funcţionale interfeţe pentru utilizatori cum sunt managerii de toate tipurile, economiştii şi ceilalţi specialişti din compartimentele funcţionale ale întreprinderii.

7.5. POSIBILITĂŢI DE ÎMBUNĂTĂŢIRE A INTERFEŢELOR UTILIZATOR

Interfeţele utilizator pot fi îmbunătăţite prin utilizarea unor tehnologii moderne cum sunt: GUI, VIM, multimedia, hipermedia şi hipertext.

Cercetările în legătură cu interfeţele utilizator ale sistemelor expert se desfăşoară concomitent cu cele pentru interfeţele sistemelor de sprijinire a deciziilor şi a sistemelor informatice în general.

Scanned with OKEN Scanner

Se au în vedere următorii factori:

- utilizatorul uman (vârsta, educaţia, experienţa, inteligenţa, stilul cognitiv, atitudinea faţă de risc etc.);
- mediul decizional (nivelul organizaţional, structura deciziei, stabilitatea etc.);
- sarcina sau domeniul aplicativ;
- caracteristicile interfeţei (tip dialog, fomat de prezentare, limbajul de acţiune al utilizatorului, opţiuni implicite, facilităţi de help ş.a.);
- eficacitatea dialogului cu sistemul (timp, erori, satisfacţia utilizatorului, confidenţialitatea sistemului etc.).

În funcţie de toţi aceşti factori trebuie decise cele mai eficiente interfeţe şi cele mai agreate de către utilizator.

GUI (Graphical User Interface) sunt interfeţe utilizator grafice care oferă controlul direct asupra obiectelor vizibile pe ecran, înlocuind comenzile care au sintaxa complexă şi sunt greu de memorat. Utilizatorii fac numai o atingere a zonelor vizuale de pe ecran şi realizează astfel interacţiunea cu sistemul expert. Părţile semnificative, de pe ecran, pe care utilizatorii le ating sunt icoane, meniuri, ferestre, căsuţe de dialog, icoane inteligente, culori. Acestea creează mediul numit WYSIWYG, care permite ferestre multiple, grafice, texte etc.

Una dintre implementările cele mai interesante ale GUI este VIM (Visual Interactive Modeling), care permite de asemenea ecrane multiple dar şi animaţie, tot felul de culori şi icoane, într-o estetică deosebită, şi dispozitive de intrare-ieşire adecvate.

VIM s-a utilizat cu succes în sistemele de expert din zona managementului operaţional. Ea foloseşte afişajele grafice pentru prezentarea impactului diferitelor decizii. Este diferită de grafica obişnuită deoarece utilizatorul poate interveni în procesul de luare a deciziei şi poate vizualiza imediat rezultatele intervenţiei sale. Din această cauză se mai numeşte *modelare vizual-interactivă*.

O imagine se recunoaşte ca un model al lumii reale fiind un model vizual dinamic pentru un proces sau o situaţie din domeniul managementului şi care permite simularea deciziilor.

Hipermedia este o clasă specială de multimedia şi descrie documentele de provenienţă informatică, care conţin câteva tipuri de medii (text, grafică, imagini video şi sunet), care permit legarea prin *asociere* a informaţiilor. Hipermedia poate conţine mai multe straturi de informaţie şi anume:

- interfața în limbaj natural, bazată pe meniuri, ca o cale transparentă utilizatorului pentru efectuarea cererilor și controlul sistemului;
- o bază de date orientată obiecte, care permite accesul concurent la structurile de date și operațiile asupra lor;
- o interfață de cereri relaționale cu care se pot lansa cereri complexe și eficiente;
- o *mașină abstractă hipermedia*, care permite utilizatorilor să asocieze (lege) diferitele tipuri de informație (medii);
- editoare de medii capabile să vizualizeze și să modifice toate tipurile de medii;
- o *memorie virtuală* pentru gestiunea diferitelor versiuni, configurațiilor și tranformărilor obiectelor proiectate și/sau prelucrate.

Hipermedia este capabilă de prezentări ale cunoașterii/datelor și de generarea sau înregistrarea proceselor în desfășurare (dinamice).

Spre deosebire de hipermedia, *hipertextul* permite utilizatorului să acceseze informația într-o manieră neliniară. Hipertext, această abordare a textelor și imaginilor grafice, este un însoțitor natural al generatoarelor de sisteme expert care ajută utilizatorii să controleze în modul cel mai eficient funcționarea sistemelor.

Pentru hipermedia; produsele comercializate în prezent sunt **Hypercard** și **NoteCard**.

Pentru hipertext, produsul care se integrează în sistemele expert se numește **KnowledgePro**. El oferă o puternică reprezentare a cunoașterii cu acces la culori, ferestre și mouse.

7.6. STUDIU DE CAZ: SEPECC

Este de preferat ca acest prototip de sistem expert să primească întrebări și răspunsuri de la tastatură și/mouse, iar în viitor să poată comunica prin voce.

Comunicația trebuie încorporată prin intermediul celor patru stiluri de interfețe, discutate anterior (meniuri, întrebare-răspuns, icoane și ferestre multiple) după cum urmează:

- întrebările și răspunsurile în limba română;
- meniurile și icoanele pentru selectarea categoriilor de credite, atributelor garanțiilor materiale și serviciului datoriei sau performanței financiare;
- trei ferestre afișate simultan pe ecran pentru întrebare-răspuns, sumar de comenzi și help;

Scanned with OKEN Scanner

- să fie prevăzută şi crearea unei baze de date şi/tabele de calcul, ataşată sistemului expert pentru indicatorii de performanţă, clienţi etc.

Toate acestea de mai sus sunt preferinţe ale proiectantului şi urmează a fi consolidate în urma discuţiei cu experţii şi utilizatorii.

Scanned with OKEN Scanner

CAPITOLUL VIII

DEZVOLTAREA SISTEMELOR EXPERT

Cititorul este informat până acum despre actorii implicaţi în crearea celor trei componente de bază ale sistemelor expert.

Putem, în continuare, să vedem cum se integrează aceste componente, pentru a construi un sistem expert real. De aceea, vom examina relaţia dintre ingineria software-lui şi construirea sistemelor expert, ciclul de viaţă a sistemelor expert şi tehnicile corespunzătoare din ingineria programării, care se pot utiliza la dezvoltarea acestor produse ale inteligenţei artificiale.

O metodologie de inginerie a cunoaşterii ne orientează în dezvoltarea sistemelor expert, ca produse informatice de calitate, cu importante economii de timp şi alte resurse.

Scanned with OKEN Scanner

8.1. CICLUL DE VIAŢĂ A SISTEMELOR EXPERT. MODELE AMERICANE

Una dintre metodele cheie ale ingineriei programării este ciclul de viaţă. Ciclul de viaţă a unui produs program este perioada care începe o dată cu apariţia conceptului iniţial şi se termină cu retragerea programului din exploatare.

Ciclul de viaţă nu priveşte separat dezvoltarea de întreţinerea sistemului expert, ci oferă continuitatea necesară între toate fazele sale.

Se ştie deja că, pentru produsele program convenţionale s-au conceput mai multe modele ale ciclului de viaţă, denumite paradigme convenţionale.

Este vorba despre modelul "în cascadă" (waterfall model), modelul "în spirală" (spiral model), modelul incremental şi modelul liniar. Boehm[47] a propus trei clase de modele pentru îmbunătăţirea modelului în cascadă, este vorba despre modelul de dezvoltare evolutivă, modelul transformat şi modelul în spirală.

Modelul clasic *"în cascadă"* a fost modelul original creat de Boehm în 1984, devenit cel mai familiar programatorilor, în care fiecare fază se termină o verificare şi o validare, în scopul minimizării oricăror probleme care pot apărea în cadrul fazei. Se trece de la o fază la alta în sensul coborârii, dar şi invers, în sus, obţinându-se, în felul acesta o dezvoltare iterativă şi incrementativă, în scopul minimizării costului (vezi fig. nr. 8.1).

Pentru ciclul de viaţă se utilizează şi alt termen, *"process model"* (modelul procesului de dezvoltare), deoarece are legătură cu două întrebări fundamentale ale dezvoltării produselor program:

- ce trebuie făcut în continuare?
- cât va dura faza următoare?

Modelul procesului de dezvoltare se numeşte în prezent *metametodologie*[48], deoarece determină ordinea şi durata aplicării metodelor de dezvoltare a programelor comune sau a metodologiilor.

Metodologiile actuale prezintă metodele specifice de realizare a unei faze, planificarea, cerinţele, achiziţia cunoaşterii, testarea, reprezentarea rezultatelor fazei, documentarea, codificarea şi, eventual, toate schemele (diagramele).

---

[47] Boehm, B.W., *A spiral model of sotware development and enhacement* IEEE Computed, Maz, 1988, p. 61-72.

[48] Giarratano, J., Riley, G., *Expert Systems. Principles and Programming, Designing Expert Systems using CLIPS* PWS Pub., Boston, 1993, p. 292.

Scanned with OKEN Scanner

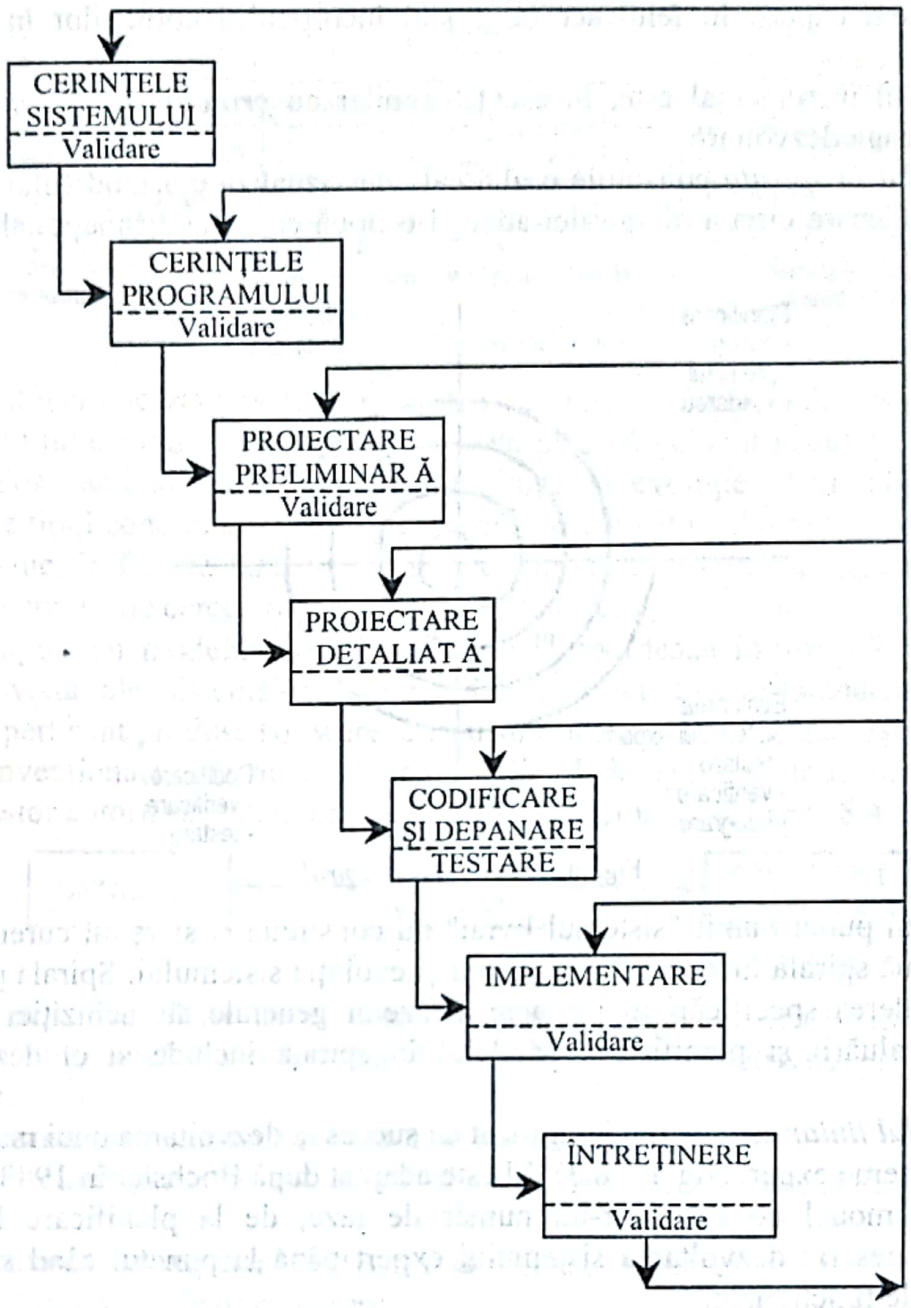


Fig. nr. 8.1. *Modelul „în cascadă"*

Modelul incremental este o rafinare a modelului în cascadă şi a proiectării "top-down". Ideea sa de bază constă în dezvoltarea unui produs program prin creşterea (incrementarea) capacității sale funcționale. Acest model s-a dovedit util şi în dezvoltarea sistemelor expert, în sensul că prin adăugarea de noi reguli se poate obține sporirea capacității lor funcționale. Avantajul principal al acestui model constă în faptul că sporirea capacității funcționale este mai uşor de verificat şi validat decât în cazul produselor program convenționale, la care se face trecerea prin fazele de dezvoltare ale modelului în cascadă.

Fiecare increment funcțional (modul, regulă, grup de reguli etc.) poate fi testat, verificat şi validat imediat împreună cu expertul, fără să mai fie nevoie de testarea finală a

întregului sistem expert. În felul acesta, costul încorporării corecţiilor în sistem este minimizat.

Modelul incremental este, în esenţă, similar cu *prototipizarea rapidă*, care se extinde la întreaga dezvoltare.

Modelul în spirală constituie o altă cale de vizualizare a modelului incremental (fig. nr. 8.2). Fiecare circuit al spiralei adaugă o nouă capacitate funcţională sistemului expert.

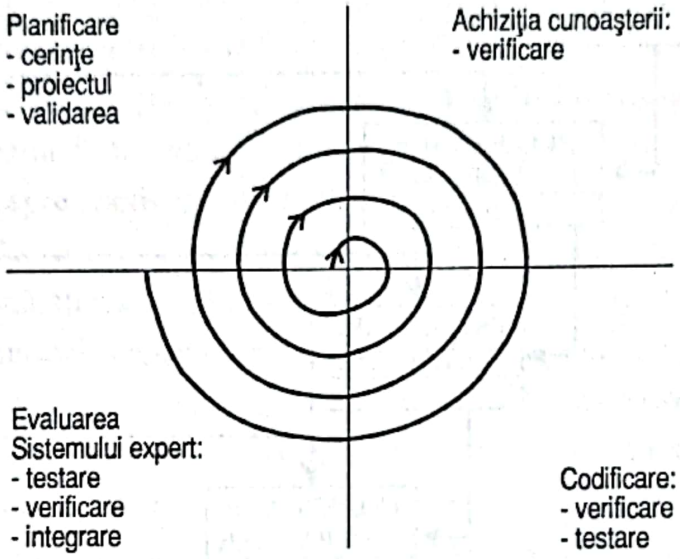


Fig. nr.8.2. *Modelul în spirală*

Ultimul punct numit "sistemul livrat" nu constituie şi sfârşitul curent al spiralei deoarece o nouă spirală începe cu întreţinerea şi evoluţia sistemului. Spirala poate fi apoi rafinată în vederea specificări mai exacte a fazelor generale ale achiziţiei cunoaşterii, codificării, evaluării şi planificării. Modelul în spirală include şi el dezvoltarea de prototipuri

Modelul liniar este un model utilizat cu succes la dezvoltarea unui mare număr de proiecte de sisteme expert (fig. nr. 8.3). El este adaptat după Bochsler în 1988.

Acest model constă dintr-un număr de faze, de la planificare la evaluarea sistemului, şi descrie dezvoltarea sistemului expert până la punctul când sunt evaluate capacităţile sale funcţionale.

Ciclul de viaţă, conform modelului liniar, se repetă în aceeaşi ordine a fazelor, de la planificare la evaluarea sistemului, până când sistemul expert este livrat pentru exploatare şi utilizare curentă. Tot ciclul de viaţă este utilizat şi în cazul întreţinerii şi evoluţiei sistemului. Deşi nu se arată explicit, verificarea şi validarea se desfăşoară în paralel cu aceste faze.

Trecerea peste anumite faze riscă întreaga calitate a sistemului şi se obţin anomalii la exploatare.

Scanned with OKEN Scanner

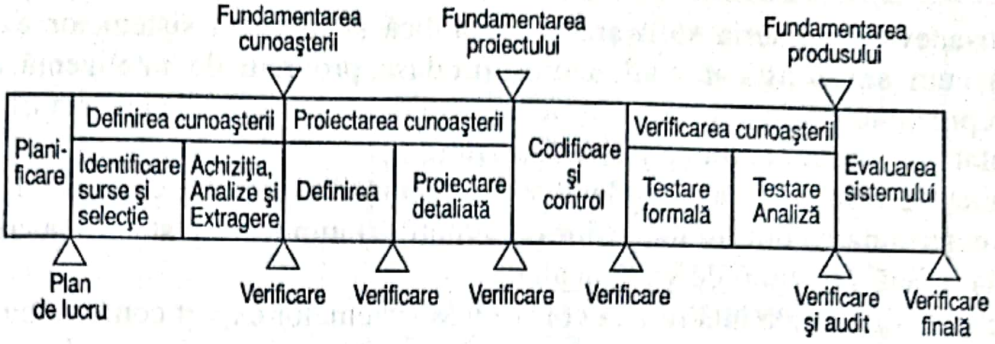


Fig. nr.8.3. *Modelul liniar*

Acest ciclu de viaţă poate fi considerat un circuit al modelului în spirală. Fiecare fază are mai multe sarcini (activităţi). Nu toate activităţile sunt necesare într-o anumită fază, mai ales când sistemul intră la întreţinere şi evoluţie. Activităţile depind, de asemenea, de tipul concret al aplicaţiei construite şi constituie doar un ghid orientativ, nu cerinţe absolute, în fiecare fază. Se înţelege că, în cazul sistemelor expert mici, nu sunt necesare prototipuri de cercetare şi nici chiar toate fazele.

În raport cu modelul liniar, unii autori[49] abordează într-o altă manieră fazele ciclului de viaţă ale sistemelor expert. Motivaţia lor este următoarea: deoarece şi sistemele expert sunt produse software, ele au similitudini cu ciclul de viaţă al produselor program convenţionale, dar au şi diferenţe. Ciclul de viaţă al unui sistem expert, în viziunea acestor autori, se desfăşoară pe faze ca în schema din fig. nr. 8.4.

Fig. nr.8.4. *Ciclul de viaţă al sistemelor expert*

În faza de dezvoltare are loc crearea sistemelor expert cu următoarele activităţi:

- analiza problemei (se determină dacă problema este potrivită pentru un sistem expert);
- formalizarea (se determină structura de bază a sistemului);
- achiziţia cunoaşterii (se colectează şi se interpretează cunoaşterea obţinută de la expert);
- reprezentarea cunoaşterii (se determină metoda de reprezentare a cunoaşterii şi se alege instrumentul de dezvoltare);
- dezvoltarea prototipului;
- dezvoltarea sistemului expert de livrat;
- evaluarea şi documentarea.

În faza de integrare şi utilizare, sistemul expert este pus să-şi exercite rolul de rezolvitor de probleme, iar faza de actualizare şi întreţinere se referă la modificarea bazei de cunoştinţe.

Şi în cazul sistemelor expert se face mereu trecerea de la utilizare la actualizare şi invers.

---

[49] Pigford, D.V., Baur, G., *Expert Systems for Business. Concepts and Applications* Featuring VP-Expert, Boyd & Fraser Pub., Boston, 1990, p. 155.
Turban, E., *Decision Support Systems and Expert Sustems: Management Support Systems* 3rd Edition, Macmillan, NY, 1993, p. 631.

Scanned with OKEN Scanner

Într-adevăr, ingineria software-lui se aplică şi în cazul sistemelor expert, care sunt, după cum am constatat mai înainte, produse program de inteligenţă artificială. Scopul îl reprezintă, şi în acest caz, obţinerea unei dezvoltări viabile cu costuri limitate şi funcţionalitate pe măsura cerinţelor beneficiarilor.

Funcţiile principale ale modelului procesului de dezvoltare a sistemelor expert constau în determinarea ordinii lucrărilor (activităţilor) implicate şi stabilirea criteriilor de trecere de la o fază a ciclului de viaţă la alta.

Activităţile variate întâlnite la construirea sistemelor expert conform cu Turban[50], ni s-au relevat mai conforme cu experienţa românească, motiv pentru care le prezentăm în continuare.

Procesul de dezvoltare a sistemelor expert nu este liniar deoarece unele faze se pot executa simultan sau pot avea numeroase reveniri la fazele anterioare (fig. nr. 8.5). Este vorba despre fazele: iniţializarea proiectului, analiza şi proiectarea, prototipizarea rapidă, dezvoltarea, implementarea, postimplementarea[51].

Pentru curiozitatea cititorilor, prezentăm concluziile cercetărilor unor autori britanici. În esenţă, se arată că sistemele de inteligenţă artificială se dezvoltă în manieră incrementală conform paradigmei evolutive[52]. Esenţa metodologiilor incrementale este încorporată în noţiunea de ciclu RUDE (Run, Understand, Debug, Edit) cu următoarele elemente fundamentale (fig. nr. 8.6):

1. **Run** (execută) versiunea curentă a sistemului;
2. **Understand** (înţelege) comportamentul sistemului;
3. **Debug** (depanează) algoritmul utilizat în scopul eliminării oricăror anomalii în funcţionare;
4. **Edit** (reeditează) programul în scopul operării tuturor modificărilor necesare. Se face precizarea că versiunea curentă din faza 1 se referă la un prototip de sistem obţinut conform strategiei prototipizării.

Ciclul RUDE este criticat în literatură, la rândul său, pentru lipsa controlului în procesul iterativ al versiunii dezvoltate, fiind propusă metodologia POLITE, mult îmbunătăţită.

Autorii Bader, Eduards, Harris-James şi Hannaford[53] (1988) arată că sistemele bazate pe cunoştinţe nu pot fi asociate nici unuia dintre metodologiile de dezvoltare a software-lui clasic şi se impune necesitatea unor standarde pentru dezvoltarea software-lui inteligent. Este nevoie de un cadru structurat şi controlabil pentru ciclul RUDE, numit POLITE, derivat din: (1) Produce Objectives - (2) Logical/physical design - (3) Implement - (4) Test - (5) Edit.

---

50 Turban, E., *op. cit.*, p. 631.

51 Am observat, mai recent, în literatura de specialitate din ţara noastră, lucrări care propun faze aproape similare cu cele ale dezvoltării sistemelor informatice convenţionale. Avem serioase rezerve asupra lor. De altfel, simpla consultare mai serioasă a literaturii străine oferă imediat dovada în sprijinul opiniei noastre. De exemplu, Partridge, D., *Engineering Artificial Intelligence Software*, Intellect, Oxford, 1992, p. 79.

52 Partridge, D., *op. cit.*, p. 57.

53 Bader, J., Eduards, J., Harris-James, C., Hannaford, D., *Practical Engineerig of Knowledge Based Systems* în Information&Software Technology, 30 (5), 1988, p. 206-277.

Scanned with OKEN Scanner

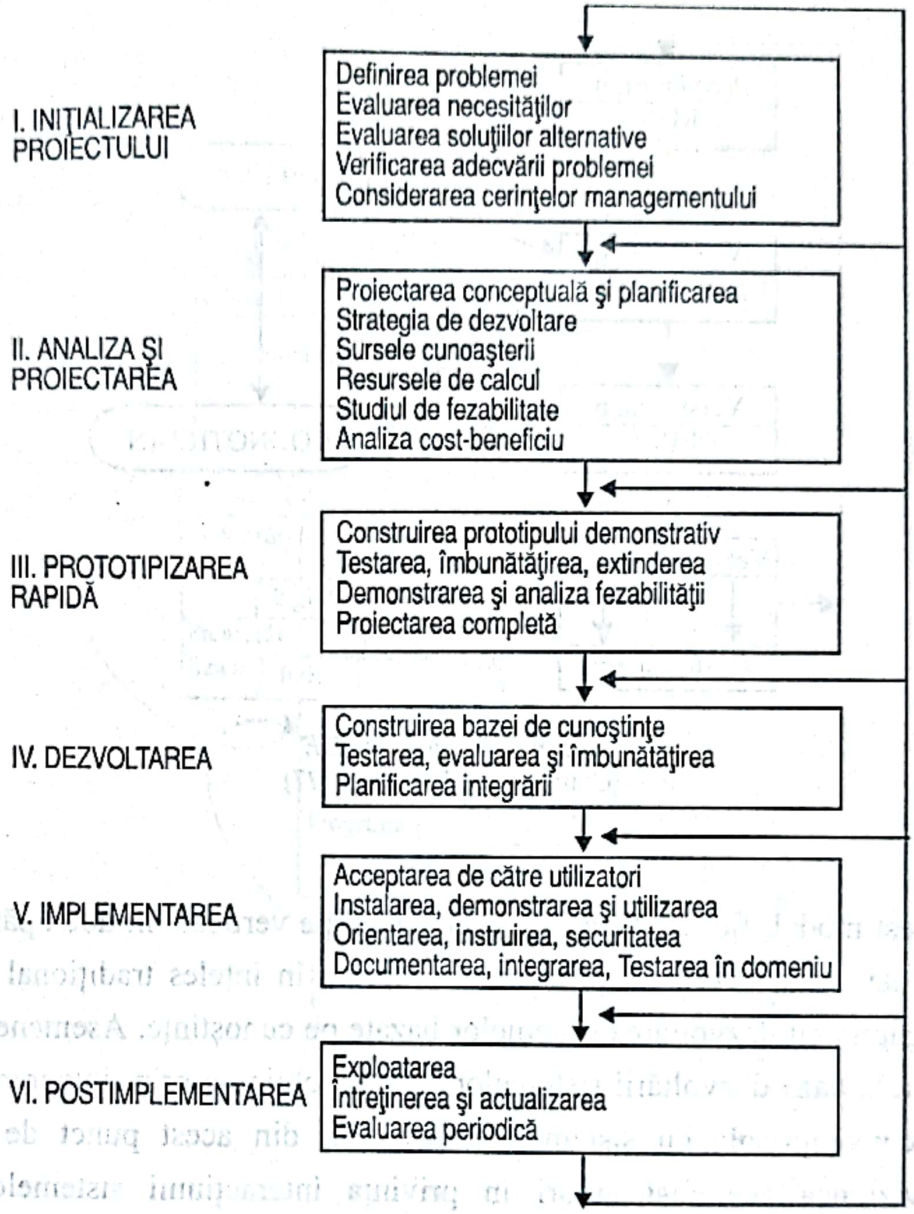


Fig. nr.8.5. *Fazele procesului de dezvoltare a sistemelor expert*

În felul acesta se ajunge la un alt model în cascadă, care implementează noile principii, în româneşte: (1) Stabilirea obiectivelor - (2) Proiectarea logică/fizică - (3) Implementarea - (4) Testarea - (5) Editarea (Modificarea) (vezi fig. nr. 8.7). Iată câteva eforturi şi viziuni de adaptare a metodologiilor clasice la necesităţile dezvoltării sistemelor expert !

Scanned with OKEN Scanner

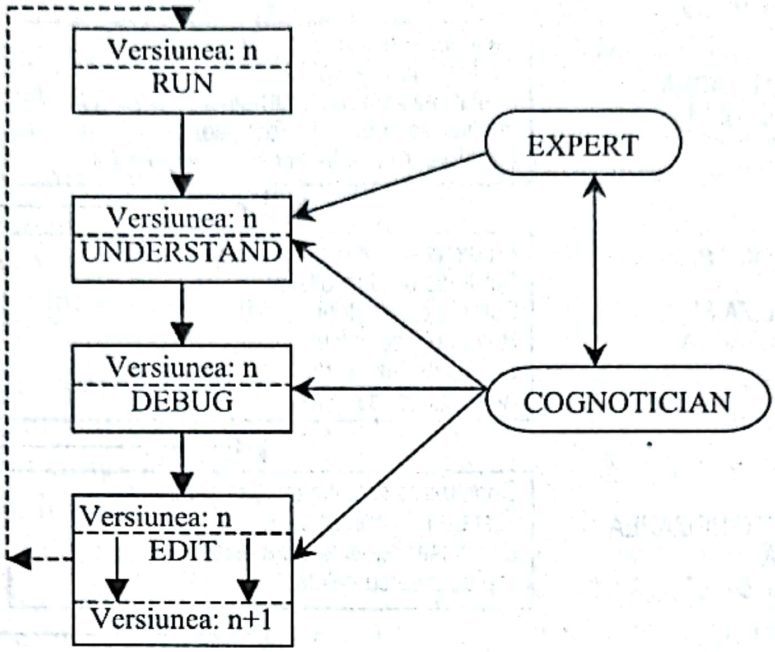


Fig. nr.8.6. *Ciclul RUDE*
(Conf. Bader, J., p. 266-277)

În acest model, fiecare fază este segmentată pe verticală în două părți: partea din stânga referitoare la dezvoltarea produselor-program în înțeles tradițional şi partea din dreapta în legătură cu dezvoltarea sistemelor bazate pe cunoştințe. Asemenea concepție a stat şi stă încă la baza dezvoltării sistemelor hibride, obținute prin integrarea produselor informatice convenționale cu sistemele expert. Şi, din acest punct de vedere, este interesantă viziunea aceloraşi autori în privința interacțiunii sistemelor bazate pe cunoştințe cu alte sisteme. O vom vedea mai târziu.

Scanned with OKEN Scanner

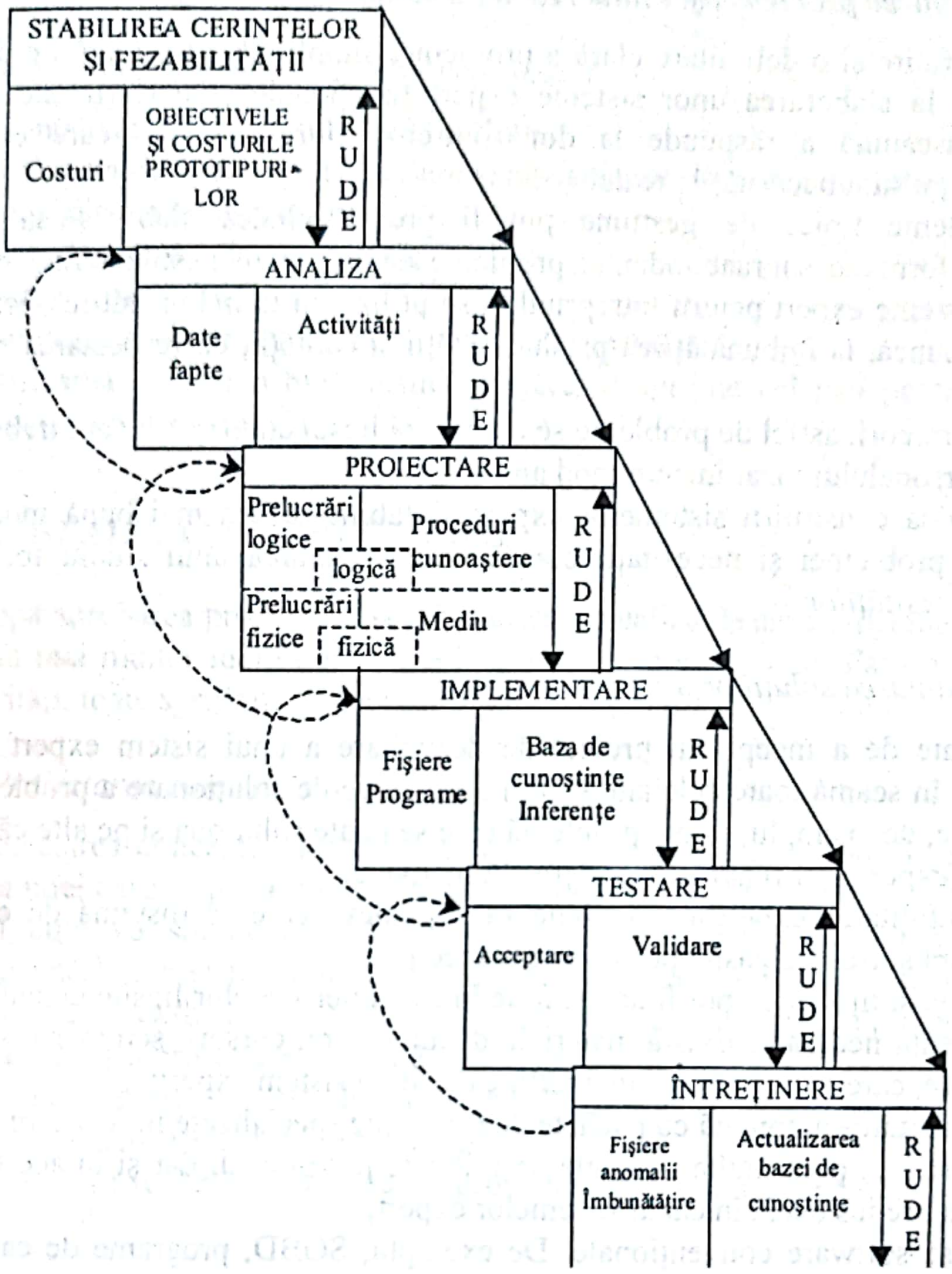


Fig. nr.8.7. *Modelul POLITE*

8.2. INIŢIALIZAREA PROIECTULUI

A găsi o problemă potrivită pentru un sistem expert nu este o activitate simplă, zeci de factori trebuie luaţi în seamă, iar experienţa ne arată că numeroase proiecte au eşuat tocmai din cauza unei analize necorespunzătoare.

Experţii au dezvoltat metodologii şi liste de control pentru efectuarea activităţilor din această fază (Harmon, Sawer, Beckman, Prerau etc.).

În cazul proiectelor mari de sisteme expert sunt implicaţi mulţi participanţi, iar activităţile specifice acestei faze se prezintă astfel:

• *Definirea problemei şi evaluarea necesităţilor*

O definire şi o delimitare clară a problemei simplifică mult lucrările din fiecare fază şi ajută la elaborarea unor sisteme expert funcţionale şi performante. Definirea problemei înseamnă a răspunde la două întrebări fundamentale: care este, exact, problema?, care sunt necesităţile reale?

Probleme tipice de gestiune pot fi productivitatea slabă, lipsa expertizei suficiente, informaţie supraabundentă, probleme de personal, gestiune financiară slabă etc. Multe sisteme expert pentru întreprinderi se utilizează la îmbunătăţirea performanţei la locul de muncă, la îmbunătăţirea productivităţii şi calităţii, cu respectarea restricţiilor prestabilite.

Nu arareori, astfel de probleme se datorează lipsei cunoaşterii care trebuie pusă la dispoziţia personalului vizat într-un mod anume.

Practica construirii sistemelor expert a stabilit că cea mai bună modalitate de înţelegere a problemei şi necesităţii constă în desfăşurarea unui studiu formal numit *evaluarea necesităţilor*.

• *Evaluarea soluţiilor alternative*

Înainte de a începe un proiect de dezvoltare a unui sistem expert important, trebuie luate în seamă toate celelalte soluţii alternative de soluţionare a problemei. Lipsa de cunoaştere, de exemplu, este o problemă care se poate soluţiona şi pe alte căi decât cea a sistemelor expert. Pot fi avute în vedere alternativele:

- disponibilitatea experţilor. Trebuie să fie cineva care să dispună de cunoaşterea necesară şi trebuie găsite persoanele respective;
- educaţia şi instruirea pot fi altă soluţie în cazul persoanelor lipsite de cunoaşterea şi experienţa necesare. Există materiale documentare, cursuri, seminarii, software de instruire, care se pot dovedi mai ieftine decât un sistem expert;
- documentarea automată cu pachete de programe specializate în instruire (trainning). În acest caz, prea multe manuale de utilizare pot plictisi, dar şi în acest caz costul este mai redus decât în cazul sistemelor expert;
- produse software convenţionale. De exemplu, SGBD, programe de calcul tabelar etc.

• *Verificarea adecvării problemei*

Simpla constatare că alte soluţii alternative nu sunt potrivite pentru rezolvarea unei probleme nu înseamnă că un sistem expert este neapărat necesar.

Un cadru de lucru (criterii) pentru a determina dacă un sistem expert este oportun la rezolvarea unei probleme am propus în paragraful 2.13. În literatură există mai multe asemenea criterii, toate inspirate după unul original, cel al lui Waterman[54], la care noi am renunţat deoarece am observat altele mai complete. De exemplu, Slagle şi Wick au elaborat patru liste de control cu asemenea criterii, iar Samuel şi Jones au o listă de control pentru evaluarea valorii strategice a unui sistem expert.

---

[54] Waterman, D.A., *A Guide to Expert Systems*, Addison-Wesley, Reading, Massachusets, 1986.

Scanned with OKEN Scanner

Cea mai completă este lista lui Puppe discutată anterior.

• *Considerarea cerințelor managementului*

Cerințele managementului au în vedere:
- disponibilitatea resurselor financiare și alocarea lor de la bugetul întreprinderii;
- disponibilitatea altor resurse;
- restricții legale sau de altă natură;
- vânzarea proiectului;
- convingerea managementului de valoarea proiectului;
- identificarea celui mai bun susținător, care să sprijine cel mai puternic proiectul (persoană din management).

8.3. ANALIZA ȘI PROIECTAREA

După aprobarea proiectului se efectuează o analiză de sistem detaliată în vederea obținerii cât mai multor idei despre imaginea viitoare a sistemului. Faza presupune mai multe activități, toate sprijinite de un prototip inițial, și anume:

• *Proiectarea conceptuală*

Proiectarea conceptuală este o activitate asemănătoare elaborării proiectului de construire a unei case, prin care se obțin cât mai multe idei generale despre cum va arăta sistemul și cum va soluționa problemele. Din această activitate trebuie să rezulte trăsăturile generale ale sistemului expert, interfețele cu alte sisteme, domeniul riscului, cerințele de resurse, cash-flow-ul anticipat pe faze, structura echipei de proiectare și orice alte informații pentru proiectare detaliată ulterioară.

Echipa de proiectare este inițiată, apoi, în problematica proiectului de sistem și fiecare dintre participanți își începe activitatea.

După ce se încheie activitatea de proiectare conceptuală se trece la strategia de dezvoltare.

• *Strategia de dezvoltare*

Știm deja câteva strategii de introducere a sistemelor expert în întreprinderi (utilizarea forțelor proprii, proiectant din afară etc.), dar după încercarea unei strategii pot fi atacate și altele cu acordul managementului.

• *Sursele cunoașterii*

Sursele cunoașterii sunt sursele documentate, menționate într-un capitol anterior. Față de acestea, experții cu expertiza lor bazată pe euristici constituie cea mai importantă sursă. *Atributele experților* sunt:
- înaltă abilitate de percepție;
- putere de concentrare asupra a ceea ce este important și relevant;
- deprinderi de comunicare puternice și deprinderi de prezentare a expertizei;

Scanned with OKEN Scanner

- ştiu când să facă excepţii, când să nu utilizeze reguli de decizie;
- au sensul responsabilităţii opţiunilor lor şi nu au frică de efectul deciziei luate;
- putere de selecţie a problemelor pe care le rezolvă;
- abilitatea de adaptare la schimbarea condiţiilor de activitate şi ştiinţa de a evita rigiditatea în strategiile decizionale;
- mare competenţă în domeniul problemei şi uşurinţă în actualizarea cunoaşterii;
- abilitate în tolerarea stresului;
- lucrează eficient în cele mai diferite condiţii;
- capacitate de creativitate;
- acordă timp, cu plăcere, dezvoltării sistemelor expert;
- sunt dispuşi la cooperare şi sunt nerăbdători în descoperiri noi;
- interes nestăvilit pentru informatizare chiar dacă nu constituie domeniul lor principal de activitate.

Foarte importantă este *selectarea experţilor*. Cu cât este nevoie de mai multă experienţă umană, cu atât va dura mai mult procesul de achiziţie a cunoasterii şi va fi din ce în ce mai costisitor. Din acest motiv trebuie luate în seamă problemele care pot apărea în selectarea experţilor:

- cine selectează experţii?
- cum se identifică un expert?
- în funcţie de ce caracteristici?
- cum se procedează atunci când mai mulţi experţi sunt necesari?
- cum poate fi convins un expert să coopereze?

Întotdeauna, înaintea construirii unui sistem expert, care reclamă cooperarea mai multor experţi, managementul trebuie să răspundă la următoarele întrebări:

- cum trebuie recompensaţi experţii, pentru munca lor?
- cum trebuie convinşi experţii că nu-şi pierd postul în momentul intrării în funcţiune a sistemului expert?
- există legături între experţi şi salariaţii-utilizatori ai sistemului expert?

După obţinerea răspunsurilor la aceste întrebări, managementul trebuie să dispună de mijloace de influenţare a experţilor în sensul unei cooperări fructuoase.

• *Resursele de calcul*

Resursele de calcul se referă la echipamentele şi/platformele, în configuraţia hardware şi software corespunzătoare cerinţelor sistemului expert. Este de datoria proiectantului să le specifice cu exactitate.

• *Studiul de fezabilitate*

Studiul de fezabilitate pentru un sistem expert este similar cu cel al unui sistem informatic oarecare. Elementele studiului de fezabilitate sunt:

a) Fezabilitatea economico-financiară, care se fundamentează pe:

- costul dezvoltării sistemului (pe articole de calcul);
- costul întreţinerii;
- veniturile anticipate;
- analiza cash-flow;

Scanned with OKEN Scanner

- analiza riscului;

b) Fezabilitatea tehnică, care se fundamentează pe:
- cerințele de rețea;
- cerințele de interfețe;
- disponibilitatea cunoașterii și datelor;
- securitatea cunoașterii confidențiale;
- metoda de reprezentare a cunoașterii;
- disponibilitatea și compatibilitatea hardware-lui și software-lui;

c) Fezabilitatea operațională și impactul, care se fundamentează pe:
- disponibilitatea resurselor umane și celorlalte resurse;
- prioritatea proiectului în raport cu altele;
- evaluarea necesităților;
- rezultatele organizării și implementării;
- sprijinul managementului și utilizatorilor;
- disponibilitatea experților și cognoticianului;
- mediul utilizator;
- cultura întreprinderii.

Fiecare asemenea pas de fundamentare este supus, în continuare, aprobării managementului.

• *Analiza cost-beneficiu*

Știm deja că fiecare sistem expert presupune o investiție de resurse, care se vor lua în seamă la calculul costurilor și se vor raporta la beneficiile așteptate. În final, viabilitatea unui proiect se determină prin compararea costurilor cu beneficiile anticipate. Această comparație se numește analiză cost-beneficiu, analiză cost-profit sau analiză cost-eficacitate.

În practică, orice astfel de analiză devine complicată tocmai din cauza naturii repetitive a dezvoltării sistemelor expert; este nevoie de o predicție a costurilor și beneficiilor în funcție de schimbările permanente care se produc în proiect. Există și alți factori care complică și mai mult analiza:
- factorul cost, pentru toate instrumentele utilizate la dezvoltarea sistemului expert (limbaje, generatoare, echipament suplimentar etc.);
- costul expertului, mai ales când acesta are funcția de bază la altă întreprindere/instituție;
- costul cognoticianului și al programatorilor;
- timpul necesar testării sistemului și instruirii personalului utilizator;
- costul eventualilor consultanți din exterior.

Se poate aprecia că secretul unei estimări realiste depinde de determinarea cât mai corectă a valorii timpului consumat de fiecare participant la proiect.

Întotdeauna costul proiectului de sistem expert trebuie identificat și cuantificat. Alocarea costurilor se face în funcție de volumul activității, nivelul activității (și valoarea sa) de proiectare. La acestea se adaugă obligatoriu costul întreținerii sistemului.

Evaluarea beneficiilor este și mai dificilă, din următoarele motive:
- există beneficii intangibile (calitative, greu de evaluat);

- adesea, beneficiul nu se datorează unei singure cauze;
- rezultate certe se pot obţine numai după o perioadă mai lungă de timp;
- evaluarea beneficiilor trebuie să includă întotdeauna atât aspectele cantitative, cât şi aspectele calitative;
- multiplicitatea consecinţelor ridică o problemă majoră în cuantificare: de exemplu, goodwill-ul, inconvenientele, timpii de aşteptare ş.a., care se măsoară greu.

Importantă, pentru succes, este identificarea beneficiilor potrivite. Dacă un sistem expert rezolvă o problemă ale carei pierderi se cunosc deja, este uşor de estimat valoarea beneficiilor. Dacă sistemul expert poate preveni pierderi de venituri, se poate de asemenea calcula uşor beneficiile.

Costurile şi beneficiile trebuie justificate pentru toată durata vieţii sistemului expert, astfel:

a) Costurile se justifică pentru fiecare fază de dezvoltare la:
- sfârşitul fazei I, după ce proiectul s-a aprobat;
- sfârşitul fazei II, când proiectul este conturat complet;
- momentul terminării prototipului iniţial;
- momentul când prototipul complet se află deja în exploatare;
- după efectuarea testării în domeniu, înainte de utilizarea efectivă;
- periodic, la fiecare 6–12 luni de funcţionare;

b) Beneficiile prevăzute se studiază, faţă în faţă cu costurile, în fiecare fază, ca mai sus.

Justificarea costurilor şi beneficiilor este un proces îndelungat şi complex. Există câteva metode de comparare a costurilor şi beneficiilor, fiecare cu altă recomandare practică, nici una nefiind perfectă, după cum urmează:
- ***metoda IRR*** (Ratei Interne a Rentabilităţii), care prezintă avantajele: pune toate proiectele pe picior de egalitate, este familiară din punct de vedere conceptual şi nu presupune o rată de reducere. Dezavantajele sale sunt: necesită reinvestiţii la aceeaşi rată şi poate avea cauze multiple;
- ***metoda NPV*** (Valorii Nete Actuale), care prezintă avantajele: este foarte uzuală şi maximizează valoarea în vederea selecţiei fără restricţii a proiectului. Dezavantajele sale sunt: dificultăţi în cumpărarea proiectelor cu dimensiuni şi durate de viaţă inegale;
- ***metoda EA*** (Anuităţii Echivalente), care are avantajele: pune pe picior de egalitate toate NPV-urile proiectelor şi oferă o valoare anuală convenabilă. Dezavantajele sunt: presupune că proiectele se repetă de câteva ori pe durata de viaţă;
- ***metoda PP*** (Perioadei de Recuperare), care are avantajele: perioada poate fi redusă sau nu şi oferă o măsură a expunerii la risc. Dezavantajele sunt: ignoră faptul că valoarea recuperărilor la sfârşitul perioadei este mare şi presupune un flux standard al numerarului (cash-flow);
- ***metoda BCR*** (Ratei Beneficiului supra Cost), care este mai familiară din punct de vedere conceptual şi tratează toate proiectele în mod egal. Este însă dificilă clasificarea cheltuielilor pentru o astfel de investiţie.

Aceste cinci metode, fiecare cu avantajele şi dezavantajele proprii, sunt, în practică, suplimentate cu metode holistice de justificare, metode fuzzy şi metode multicriteriale.

Scanned with OKEN Scanner

Un exemplu de analiză cost-beneficiu, pentru un sistem expert mic, poate fi următorul:

COSTUL DEZVOLTĂRII:	
1 cognotician (patru luni cu jumătate de normă)	800.000
1 expert (patru luni cu jumătate de normă)	1.200.000
1 licență de utilizare a unui generator de sistem expert	100.000
TOTAL COSTURI (fără întreţinere)	2.100.000
BENEFICII ANUALE din:	
Reduceri ca urmare a suprimării lucrului peste program	650.000
Reduceri din eliminarea angajărilor suplimentare	2.450.000
TOTAL BENEFICII	3.100.000
ECONOMII:	
1om (3.100.000-2.100.000)	1.000.000
ECONOMII ANUALE CONTINUE (înaintea întreţinerii):	2.450.000

BENEFICII TANGIBILE:

1. Reducerea cu 40% a erorilor;
2. Îmbunătăţirea timpului de răspuns cu peste 55% la cereri;
3. Instruirea după sesiunea de consultare.

BENEFICII INTANGIBILE:

1. Reducerea riscului. Activitatea se desfăşoară normal chiar în lipsa experţilor;
2. Îmbunătăţirea satisfacţiei în muncă;
3. Gestiunea mai eficientă a activităţilor;
4. Aplicarea consistentă a sarcinilor;
5. Informaţii suplimentare şi oportune despre fiecare sarcină;
6. Îndeplinirea cerinţelor legale şi standardelor de calitate;
7. Îmbunătăţirea imaginii în faţa clientelei;
8. Creşterea încrederii furnizorilor etc.

Scanned with OKEN Scanner

8.4. PROTOTIPIZAREA RAPIDĂ

Prototipizarea este esenţială în dezvoltarea sistemelor expert. Un *prototip*, în metodologia dezvoltării sistemelor expert, se referă la un sistem expert de dimensiune relativ mică, dezvoltat în timp scurt, într-o manieră care permite inferenţe rapide, în condiţiile în care toate componentele sale nu sunt definitiv puse la punct. De exemplu, în cazul sistemelor expert bazate pe reguli, prototipul poate conţine circa 50 de reguli de producţie şi poate fi creat cu un generator de sisteme expert adecvat.

Numărul mic de reguli din baza de cunoştinţe este suficient pentru operaţii de consultare limitate. Prototipul are drept scop sprijinirea proiectanţilor în luarea deciziei cu privire la structura bazei de cunoştinţe, înainte de a consuma prea multe resurse cu dezvoltarea sistemului expert definitiv.

Avantajele dezvoltării unui prototip sunt:

- permite formularea unei idei despre ceea ce este realizabil în aplicaţia completă;
- oferă un mijloc de studiu pentru eficacitatea reprezentării cunoaşterii şi implementării bazei de cunoştinţe;
- înlătură eventualele lipsuri în sistemul final propus;
- oferă un produs inteligent, tangibil încă din fazele timpurii de dezvoltare;
- impresionează din vreme managementul şi ceilalţi sponsori ai proiectului;
- oferă o idee despre finalizarea proiectului, valoroasă pentru eventualii experţi contactaţi în prealabil;
- ofară ocazia efectuării corecţiilor pe baza ideilor experţilor, din interiorul şi din exteriorul întreprinderii;
- prototipul, chiar dacă nu este un sistem final, are suficientă utilitate şi constituie baza unor eventuale extensii;
- oferă prilej de experienţă pentru eventualii utilizatori şi identifică zonele cu probleme potenţiale sau limite de altă natură;
- accelerează procesul de achiziţie a cunoaşterii;
- susţine interesul expertului şi gradul său de cooperare;
- demonstrează trăsăturile sistemului expert şi semnalizează dacă problema iniţială s-a definit corect;
- datorită costului slab structurat al proiectelor de sisteme expert mari, prototipizarea este esenţială deoarece în caz contrar riscurile pot fi foarte mari.

În principiu, *procesul prototipizării* se desfăşoară pe etape ca în fig. nr. 8.8.

Scanned with OKEN Scanner

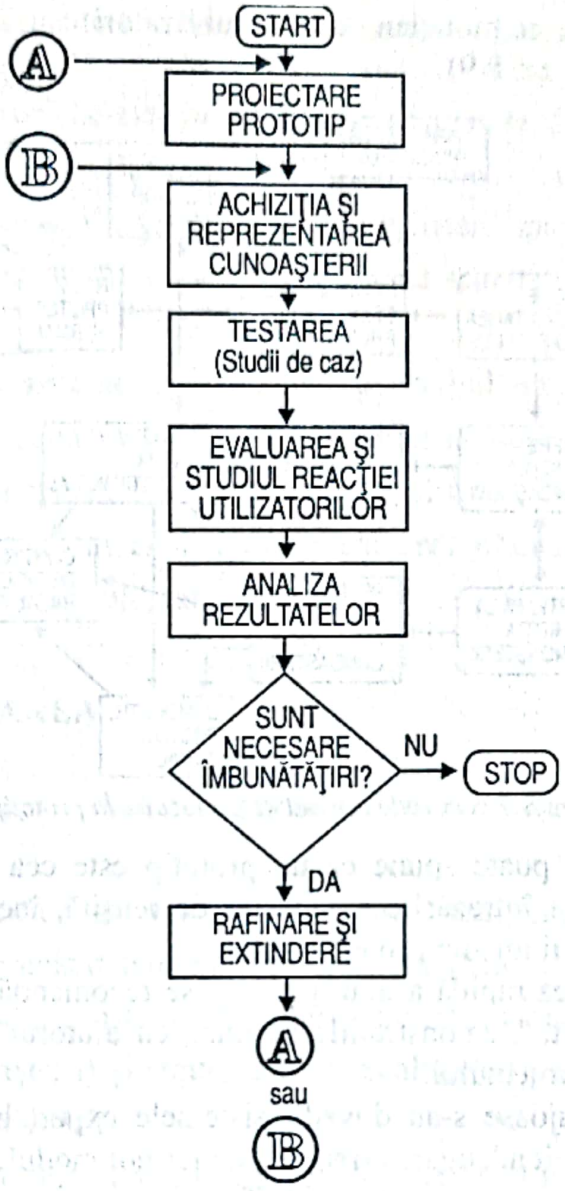


Fig. nr.8.8. *Etapele prototipizării rapide*

Întotdeauna se începe cu proiectarea unui sistem expert de mică dimensiune. Proiectantul determină întreaga configurație a prototipului, tipul și numărul regulilor care trebuie utilizate, după care desfășoară achiziția cunoașterii și reprezentarea acesteia în sistem. Va desfășura apoi teste cu cazuri istorice sau cu cazuri ipotetice, solicitând în permanență opinia expertului. Controlează mereu metodele de reprezentare a cunoașterii, eficacitatea hardware-lui și software-lui utilizate.

La testarea prototipului se invită și un utilizator, eventual cel mai inițiat.

Rezultatele obținute la testare sunt evaluate de către cognotician, iar atunci când există propuneri de îmbunătățire din partea expertului și utilizatorului se va proceda la reproiectare (rafinare) prin încorporarea sugestiilor făcute.

În mod normal, un prototip de sistem expert trece prin câteva rafinări (iterații), până când este gata pentru demonstrații oficiale.

După demonstrația oficială, programată în prealabil, sistemul este din nou testat și îmbunătățit până când ajunge în stadiul final. De fapt, fiecare dintre membrii echipei de

proiectare (management, cognotician, expert, utilizatori) au sarcini precise în fiecare etapă a prototipizării (fig. nr. 8.9).

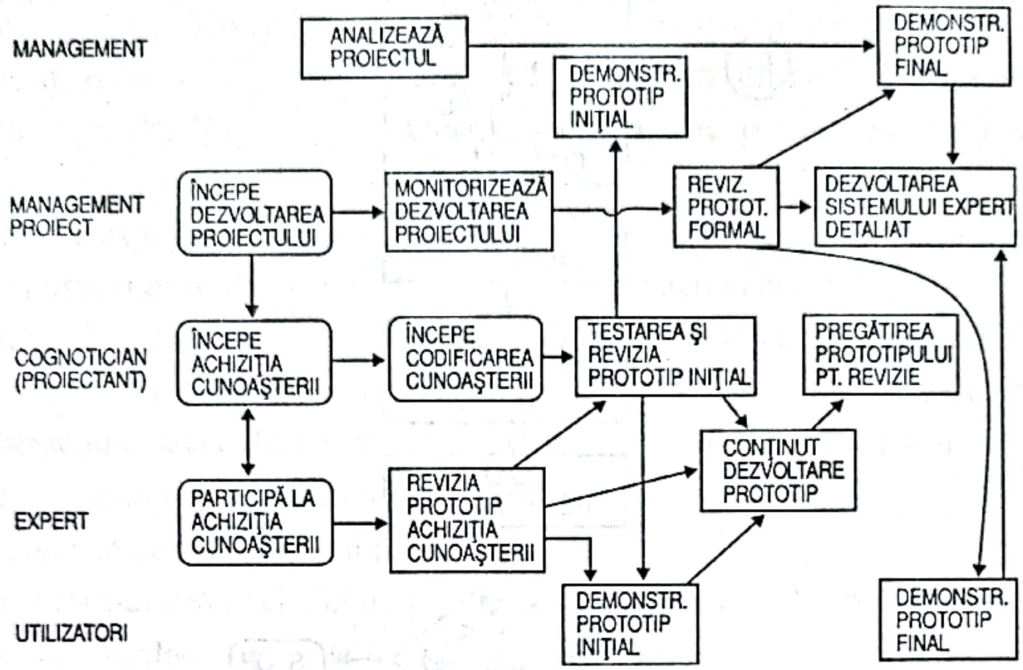


Fig. nr.8.9. *Sarcinile echipei de proiectare la prototipizare*

În concluzie, se poate spune că un prototip este cea mai bună modalitate de dovedire a fezabilităţii şi întrezărire a şanselor de reuşită, încă înainte de luarea unor decizii majore de investiţii într-un proiect riscant.

Pentru asamblarea rapidă a unui prototip se recomandă folosirea unui generator (shell) de sisteme expert. Demonstraţiile permise cu ajutorul prototipului vor permite aprobarea şi finanţarea proiectului.

Cele mai avantajoase s-au dovedit sistemele expert bazate pe reguli, datorită modularităţii lor, ce permit adăugarea treptată a unor noi module de cunoaştere şi testarea continuă până la obţinerea sistemului final. Totuşi, prototipizarea poate fi uneori de o complexitate deosebită, necesitând consumuri importante de timp şi alte resurse.

Toate învăţămintele trase în procesul prototipizării rapide se încorporează, prin rafinări succesive, în sistemul final.

În această viziune, *abordarea incrementală* a dezvoltării sistemelor expert înseamnă trecerea succesivă de la un stadiu evolutiv la altul, în care sistemul însuşi asistă procesul de dezvoltare, operându-se toate schimbările necesare.

De la stadiul de *prototip demonstrativ*, după ce s-a obţinut acordul managementului, expertului şi utilizatorului, se poate trece la stadiul de *prototip de cercetare*, capabil de performanţe şi mai credibile, asupra căruia se exercită o testare extinsă, incluzându-se performanţe noi, pentru satisfacerea cât mai bună a utilizatorilor. Se poate ajunge, în felul acesta, la circa 200 de reguli după aproximativ doi ani de muncă intensă[55].

Urmează stadiul de *prototip în domeniu*, când sistemului expert i se observă comportamentul în domeniul real al aplicaţiei, în toate detaliile de utilizare posibile, i se

[55] Andone, I., *Artificial Intelligence and Expert Systems in Accounting* MOLDOVA Pub., Iassy, 1993, p. 154.

Scanned with OKEN Scanner

notează anomaliile şi se iau toate măsurile de corecţie. În acest stadiu, sistemele expert funcţionează lent şi neeficient.

Stadiul următor este acela de *prototip de producţie*, cu dimensiuni mai mari, circa 1500 de reguli, testate in extenso, iar sistemul se reimplementează, eventual, în limbaje mai eficiente, în scopul creşterii vitezei de lucru şi reducerii spaţiului de memorie utilizat. În acest stadiu, sistemul expert funcţionează cu o bună acurateţe şi este capabil de decizii eficiente.

Cele mai puţine sisteme expert ajung în stadiul de *sistem expert comercial*, destinate vânzării către clienţii interesaţi, în conformitate cu politica de marketing. Dezvoltarea unui sistem expert comercial durează mai mulţi ani de muncă, după care se observă fiabilitatea garantată în exploatare, exercitarea eficientă a tuturor funcţiilor şi satisfacerea elegantă a cererilor utilizatorilor.

8.5. DEZVOLTAREA

Această fază începe o dată cu terminarea prototipului demonstrativ şi aprobarea sa de către management.

Activităţile specifice se vor desfăşura pe baza unui plan, iar strategia de dezvoltare se schimbă întrucât detaliile proiectului sunt altele.

În funcţie de natura sistemului expert (complexitate, dimensiune, necesar de interfeţe, dinamica cunoaşterii) şi strategia de dezvoltare se poate, în continuare, utiliza una dintre următoarele abordări:

- continuarea prin prototipizare (modelul evolutiv enunţat mai sus sau incrementativ);
- abordarea cu un ciclu de viaţă structurat;
- ambele abordări.

De aici încolo, procesul de dezvoltare poate avea o durată mai mică sau mai mare în funcţie de complexitatea sistemului. Dezvoltarea bazei de cunoştinţe se continuă prin testări şi rafinări succesive, până la încorporarea tuturor îmbunătăţirilor posibile. La aceste operaţii se adaugă crearea interfeţelor (cu baze de date, cu tabele de calcul, cu programe externe etc.), testarea interfeţei cu utilizatorul şi celelalte operaţii prezentate în fig. nr. 8.10.[56].

[56] Hendler, J., *Expert Systems: The user Interface*, Ablex, NJ, 1988, p. 172.
Turban, E., *op. cit.*, p. 655.

Scanned with OKEN Scanner

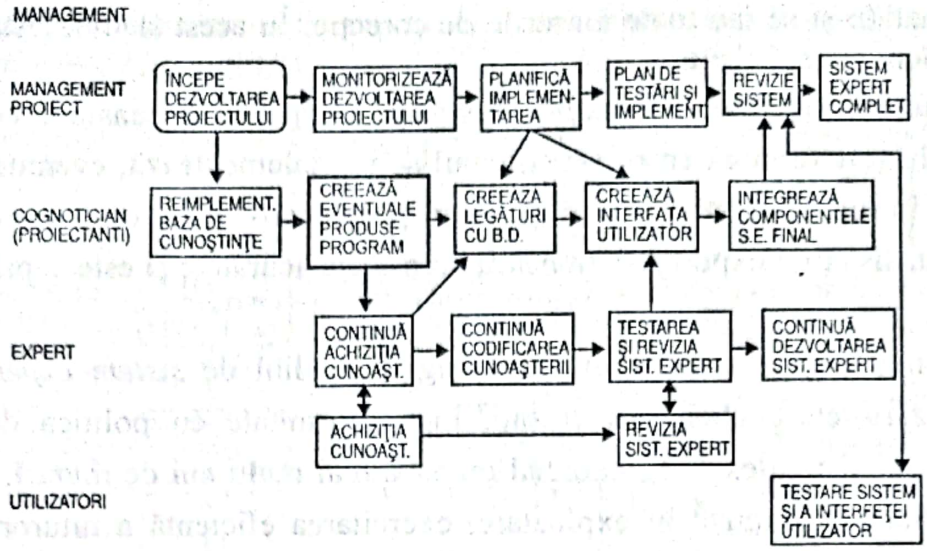


Fig. nr.8.10. *Sarcinile echipei de proiectare în faza de dezvoltare*

• *Construirea bazei de cunoştinţe*

După cum am observat mai înainte, construirea bazei de cunoştinţe este o sarcină importantă a echipei de proiectare. În partea de premisă a regulilor de producţie apar fapte şi/date, foarte importante pentru a începe sau a continua procesele inferenţiale. Listarea tuturor acestor fapte, date (variabile) este importantă şi pentru cunoaşterea *intrărilor* în sistem, din timpul sesiunilor de consultare. Se ştie că sistemul poate adresa întrebări pentru obţinerea unor răspunsuri (intrări) din partea utilizatorului. Chiar dacă, cognoticianul ştie perfect *ieşirile* sistemului sau soluţiile potenţiale, precum şi intrările, el poate avea dificultăţi în scrierea regulilor. Din această cauză el trebuie să elaboreze o schiţă corespunzătoare pentru intrări şi pentru ieşiri. Această schiţă, numită plan, este cu atât mai necesară în cazul domeniilor complexe cum sunt contabilitatea managerială, gestiunea riscului, auditul şi expertiza contabilă etc.

Anumite cunoştinţe trebuie organizate într-o matrice cu atribute şi concluziile corespunzătoare, în maniera arborilor decizionali. Generatoarele de sisteme expert prin metoda inducţiei vor utiliza aceste matrice pentru formatarea cunoaşterii în reguli. De aceea, trebuie acordată toată atenţia organizării cunoaşterii în tabele de inducţie (decizie).

După scrierea regulilor, acestea pot fi introduse imediat cu un generator (editor de reguli), după care se pot face toate modificările necesare. Primul obiectiv constă în construirea prototipului demonstrativ, necesar în continuare pentru testări şi rafinări.

• *Testarea, evaluarea şi îmbunătăţirea*

Prototipul şi toate versiunile îmbunătăţite ale sistemului expert se supun, obligatoriu, testării şi evaluării performanţei, atât pentru cazuri ipotetice, de laborator, cât şi cu cazuri din domeniul real.

Principiul de respectat constă în testarea pe cazuri istorice, oferite de către utilizator, pe care rafinarea sistemului expert este obligatorie. Între evaluarea şi rafinările succesive ale unui sistem expert există o legătură strânsă. Evaluarea poate releva cazuri care nu sunt prelucrate prin regulile existente în baza de cunoştinţe, motiv pentru care se

Scanned with OKEN Scanner

vor adăuga reguli noi sau se vor modifica cele existente. Asemenea schimbări pot avea efecte negative asupra componentelor sistemului: conflicte între reguli, reguli inconsistente etc.

Toate anomaliile de această natură trebuie descoperite şi eliminate cu ajutorul unui instrument adecvat înaintea introducerii lor în baza de cunoştinţe. Evaluarea se referă şi la calitatea soluţiei (sfat, recomandare) sistemului, activitate foarte dificilă din cauza lipsei momentane a unor criterii standardizate în acest sens.

Ca urmare a dificultăţii evaluării soluţiei (ieşirilor sistemului), sistemele expert trebuie evaluate cu metode mai mult experimentale şi mai puţin formale. Principalul judecător al soluţiei unui sistem este expertul, numai el poate confirma gradul de acceptabilitate al răspunsurilor sistemului. Utilizatorii potenţiali pot şi ei să-şi exprime opinii asupra: uşurinţei în utilizare, confortului interfeţei, claritătii explicaţiilor.

Metoda cea mai comună utilizată în evaluarea unui sistem expert constă în compararea performanţei sale cu un criteriu general acceptat. De exemplu, cu decizia unui manager expert sau cu decizia unui auditor expert. În această abordare, numită *Testul Turing Modificat* (Modified Turing Test), managerii, auditorii, experţii contabili, experţii financiari etc., prezintă două soluţii la o problemă, una fiind rezultatul judecăţii umane, iar cealaltă rezultatul sistemului expert. Fără a se şti care soluţie şi cui aparţine, managerii/experţii sunt puşi să compare aceste două soluţii şi să se pronunţe asupra lor.

Metoda testului Turing modificat creează câteva probleme în aplicarea sa:

- rezultatele multor probleme de gestiune sunt dificil de definit de către un evaluator independent, deoarece problemele pot fi atât de complexe încât, uneori, chiar şi experţii cei mai experimentaţi pot fi în dezacord cu o soluţie de-a lor propusă anterior şi pe care o combat, adesea, cu îndârjire;
- sistemele expert utilizate de către echipe de management executiv trebuie evaluate tot în cadrul acestor echipe.

În ciuda acestor dificultăţi, un sistem expert trebuie să fie util chiar dacă timpul pentru obţinerea soluţiei se reduce, fără să se reducă calitatea soluţiei.

În întreprinderi, sistemele expert se pot evalua prin experimentare, în cadrul funcţiei informatizate, în cadrul aceleiaşi funcţii neinformatizate, prin compararea rezultatelor. *Evaluarea este un proces iterativ*. De fiecare dată, sistemul expert este supus testării şi evaluării, pe un nou caz, ori de câte ori apar schimbări în mediul său de utilizare. Se realizează astfel o nouă rafinare, în urma căreia numărul regulilor de obicei creşte. După rafinare are loc o nouă evaluare. Astfel, se efectuează o serie de iteraţii de evaluare-rafinare-reevaluare. De fiecare dată se vor înregistra atât performanţa obţinută, cazurile testate, cât şi îmbunătăţirile făcute.

Numai prin evaluare echipa de proiectare se poate asigura că sistemul expert este bun, eficient şi performant. Evaluarea implică atât validarea, cât şi verificarea sistemului.

Validarea, am văzut mai înainte, se referă la determinarea faptului dacă sistemul a fost construit corect şi oferă un nivel de acurateţe acceptabil. *Verificarea* confirmă dacă sistemul expert este construit în conformitate cu specificaţiile de proiectare.

Cerinţele unui sistem expert bun, eficient şi performant sunt:

- sistemul să fie dezvoltat pentru un domeniu de importanţă recunoscută;
- să aibă viteza de lucru foarte mare;
- să ofere expertiză de înalt nivel utilizatorilor;

Scanned with OKEN Scanner

- să permită corectarea uşoară a anomaliilor;
- să răspundă la întrebări simple;
- să adreseze întrebări în vederea achiziţiei de fapte noi;
- cunoaşterea să fie uşor de modificat;
- utilizatorul să aibă impresia că el este acela care controlează sistemul;
- gradul de efort să fie acceptabil pentru utilizator;
- cererile de intrare (fapte, date) să fie simple şi clare.

• *Planificarea integrării*

Planificarea integrării sistemului este utilă, încă din această fază care precede implementarea. Cognoticianul va elabora planul cel mai adecvat în acest sens.

8.6. IMPLEMENTAREA

Implementarea este adesea o fază de durată, foarte complexă, ca şi în cazul oricăror proiecte de sisteme informatice. Problemele care se pun le prezentăm în continuare:

• *Acceptarea de către utilizator*

Din cauza comportamentului şi psihologiei utilizatorilor umani pot apărea probleme la implementare mai ales dacă în celelalte faze, atunci când a fost necesar, aceştia n-au fost consultaţi.

• *Instalarea, demonstrarea şi utilizarea*

Instalarea, demonstrarea şi utilizarea este o activitate care presupune abordările:

a) instalare după ce sistemul a fost testat în domeniu, iar nivelul de stabilitate a raţionamentelor şi calitatea soluţiei au fost acceptate. În cazul sistemelor expert bazate pe reguli, acceptarea poate interveni atunci când în urma a circa 75% din cazurile testate se obţin mai puţin de 5% erori;
b) instalare şi funcţionare în paralel cu expertul uman.

Credibilitatea sistemului expert creşte o dată cu demonstraţiile reuşite, acceptate de către experţi, în faţa utilizatorilor, pe cazuri propuse de ei şi validate de către experţi. Opinia comunităţii utilizatorilor este foarte importantă pentru succesul sistemului. Modurile de utilizare a unui sistem expert sunt cele discutate în capitolul II prin:

- funcţionare de sine stătătoare, cum e cazul sistemelor expert "la cheie";
- funcţionare ca o componentă integrată într-un sistem informatic existent;
- utilizat ca un sistem de servicii pentru utilizatori conectaţi la distanţă;
- disponibil la cerere, programat sau continuu;
- disponibil 24 de ore, în fiecare zi sau numai într-o perioadă selectată din cursul zilei;
- execuţie interactivă sau batch;
- pentru un singur utilizator sau pentru mai mulţi utilizatori aflaţi local sau la distanţă, prin distribuire.

Scanned with OKEN Scanner

• *Orientarea, instruirea şi securitatea*

În funcţie de modalităţile de utilizare, proiectanţii trebuie să facă o planificare a orientătilor şi instruirilor adecvate.

Sistemele expert sunt, de regulă, proprietatea unei întreprinderi, căreia îi tezaurizează cunoaşterea. Din acest motiv, comunicarea şi distribuirea acestor produse trebuie făcute în conformitate cu legislaţia de protecţie a produselor software.

• *Documentarea, integrarea şi testarea în domeniu*

Documentarea este obligatorie şi face parte din implementare. Ea produce manuale imprimate şi alte documentaţii on-line, necesare operatorilor şi utilizatorilor finali.

Sistemele expert independente se testează în domeniu, iar cele care trebuie integrate se vor testa atât înainte, cât şi după integrare.

Testarea în domeniu este foarte importantă, se planifică şi se coordonează cu atenţie deosebită. Ea poate determina rafinări noi ale bazei de cunoştinţe.

8.7. POSTIMPLEMENTAREA

Postimplementarea este faza referitoare la activităţile necesare, de după distribuirea sistemului expert la utilizatorii finali. Cele mai importante activităţi ale acestei faze au în vedere *exploatarea*, *operarea*, *întreţinerea*, *actualizarea* şi *extinderea* urmate de *evaluarea sistemului*.

Dacă sistemul expert este încorporat într-un alt sistem sau produs informatic, o echipă specializată în întreţinerea întregului sistem va asigura funcţionarea sa ireproşabilă prin efectuarea operaţiilor de întreţinere necesare.

Actualizarea şi extinderea se referă la adăugarea de noi cunoştinţe în sistem şi determină modificarea regulilor, a comportamentului sistemului prin noi linii de raţionament. Toate fac obiectul întreţinerii şi trebuie efectuate cu mare atenţie.

Evaluarea periodică a sistemului expert este necesară la fiecare 6-12 luni şi răspunde la următoarele întrebări:

- care este costul actual al întreţinerii faţă de beneficii?
- întreţinerea oferă cunoaştere suficientă pentru a obţine un înalt nivel de acurateţe?
- sistemul expert este la fel de accesibil tuturor utilizatorilor?
- gradul de acceptabilitate la utilizator este la fel de ridicat?

8.8. ORGANIZAREA ECHIPEI DE DEZVOLTARE

Multe sisteme expert trebuie dezvoltate de către o echipă, organizată astfel încât să se ştie cu exactitate care sunt membrii ei şi la care fază participă fiecare. O echipă tipică de dezvoltare a unui sistem expert este formată din: expert, cognotician şi programator. Activitatea acestei echipe se desfăşoară în conformitate cu schema din fig. nr. 8.11.

Scanned with OKEN Scanner

Se intuieşte, cu uşurinţă, faptul că un sistem expert de mari dimensiuni necesită o echipă mai numeroasă. Dimensiunea şi structura echipei depind de specificul aplicaţiei. Se mai pot adăuga: analistul de sistem, managerul de proiect, utilizatori finali, consultant extern, finanţatorul proiectului, reprezentantul vânzătorului de software etc. Foarte multe echipe de dezvoltare a sistemelor expert includ managerul proiectului şi finanţatorul (sponsorul).

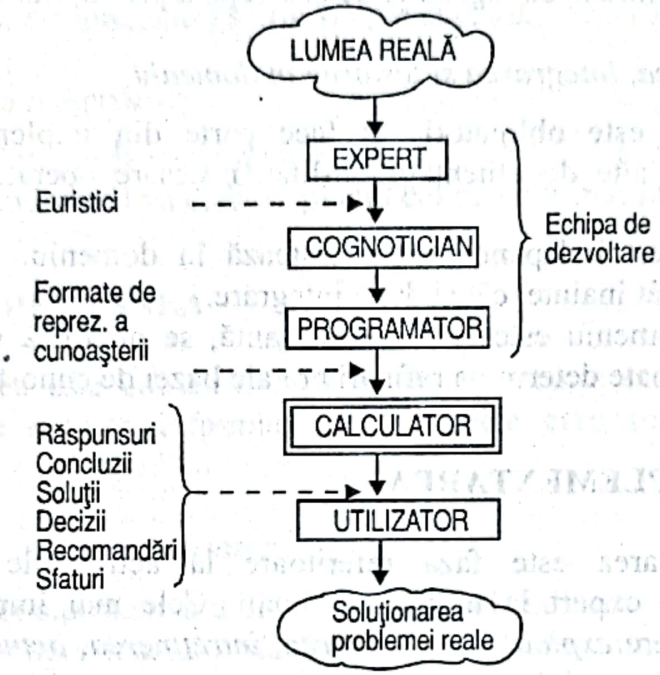


Fig. nr.8.11. *Schema de acţiune a echipei de dezvoltare*

8.9. DEZVOLTAREA SISTEMELOR EXPERT MICI

Dezvoltarea sistemelor expert de mică dimensiune se realizează printr-un număr mai redus de activităţi, mai ales atunci când se utilizează în acest scop generatoare şi/instrumente adecvate sistemelor bazate pe reguli[57].

Unii autori[58] sugerează următoarele faze:

- identificarea caracteristicilor şi analiza cost-beneficiu;
- identificarea sarcinilor, a cunoaşterii şi obţinerea sprijinului managementului;
- dezvoltarea unui prototip iniţial (demonstrativ);
- dezvoltarea sistemului (prin adăugarea întregii cunoaşteri necesare);
- testarea cu utilizatorii;
- instalarea în domeniu şi instruirea utilizatorilor;
- actualizarea şi întreţinerea sistemului.

Există şi autori care susţin că mai productive sunt următoarele faze:

- selectarea unui generator şi utilizarea unei paradigme de consultare particulare;
- identificarea problemei şi analiza cunoaşterii care trebuie inclusă în sistem;

[57] Turban, E., *op. cit.*, p. 661.

[58] Harmon, P., et all, *Creating Expert Systems for Business and Industry*, John Willey, 1990, p. 192.

- proiectarea sistemului pe hârtie, cu diagrame de flux, matrice cu exemple, tabele de decizie şi câteva reguli;
- dezvoltarea unui prototip cu ajutorul generatorului selectat şi crearea unei baze de cunoştinţe, care va fi testată prin execuţii succesive pentru mai multe cazuri;
- extinderea, testarea şi revizuirea sistemului până când îşi execută toate funcţiile cu acurateţe;
- întreţinerea şi actualizarea.

Cu privire la asemenea faze, autori renumiţi atrag atenţia că există riscul obţinerii unui sistem expert nedocumentat, cu interfeţe şi securitate neacceptabile. Fazele de mai sus pot fi, însă, avute în vedere pentru exerciţii didactice şi/sau în scop de instruire, în condiţii de timp limitat şi proiecte mici, studenţeşti.

8.10. INTEGRAREA SISTEMELOR EXPERT ÎN SISTEME INFORMATICE CONVENŢIONALE

Comercializarea sistemelor expert a început în intervalul dintre deceniile '70 şi '80. Marea majoritate a sistemelor expert dezvoltate la începutul acestui interval erau complet independente. Cunoaşterea acestora se afla înmagazinată în baze de cunoştinţe, iar obiectivul lor major consta în oferta de consultanţă în domeniul problemei.

La mijlocul anilor '80, a devenit din ce în ce mai clar că sistemele expert se pot utiliza ca părţi integrante ale sistemelor informatice clasice. Această idee a determinat o explozie a cercetărilor, atât în tehnologia sistemelor expert, cât şi în tehnologia sistemelor informatice convenţionale. O mare atenţie s-a acordat integrării sistemelor expert cu sistemele de sprijinire a deciziei[59], însă experimente mai recente arată că sistemele expert pot fi integrate într-o largă varietate de sisteme, tocmai datorită importantelor beneficii ce pot fi obţinute prin creşterea utilităţii sistemelor integrate.

Există cercetători[60] convinşi că sistemele expert sunt capabile să revoluţioneze modul în care întreprinderea foloseşte informaţia şi cunoaşterea, tezaurizate cu ajutorul sistemelor expert, capabile să formuleze şi să execute aplicaţii ale sistemelor informatice clasice, ca subprobleme de natură inteligentă.

Literatura străină de specialitate este bogată în aspectele cele mai diverse ale integrării. Cu toate acestea, cititorilor neiniţiaţi nu le sunt foarte clare tipurile integrării şi tipurile de sisteme informatice care constituie ţinta integrării cu sistemele expert. Demersul nostru se adresează tocmai acestor cititori, cărora le relevăm o definiţie a integrării, beneficiile integrării şi domeniile integrării.

8.10.1. Ce este integrarea sistemelor

Termenul de *sisteme* îl utilizăm aici în sensul unanim acceptat de către teoria de specialitate, şi anume:

---

59 Turban, E., *op. cit.*, p. 720.

60 Watkins, P.R., Eliot, L.R., (Ed.), *Expert Systems in Business and Finance. Issue and Applications* John Willey, Chichester, 1993, p. 3.

Scanned with OKEN Scanner

Un sistem este o colecţie structurată de obiecte cum ar fi oameni, resurse, concepte şi proceduri, menite să execute o funcţie identificată sau să servească unui scop. În viziune ierarhică, toate sistemele sunt, în prezent, *subsisteme*, deoarce pot fi integrate, încorporate într-un sistem mai larg. De exemplu, o bancă poate include subsisteme cum sunt: compartiment pentru credit necomercial, compartiment pentru credit comercial, compartiment economii, compartiment operaţii. Banca însăşi este, la rândul ei, un subsistem al sistemului financiar bancar al unei ţări sau al unei corporaţii bancare şi face parte dintr-o economie naţională.

Interconexiunile şi interacţiunile dintre sisteme şi subsisteme se numesc *interfeţe*.

În principiu, sistemele au în structura lor trei componente distincte: *intrări*, *procese* şi *ieşiri*. Toate sunt încorporate într-un mediu şi includ un *mecanism de autoreglare*, aşa cum se prezintă în fig. nr. 8.12.

Considerăm că toate aspectele referitoare la intrări, procese şi ieşiri, graniţă, mediu şi autoreglare sunt cunoscute de cititori, din teoria sistemelor. Ne referim, în continuare, la integrare.

Integrarea sistemelor informatizate înseamnă că sistemele sunt cuplate într-unul singur. Integrarea poate fi realizată la nivelul instrumentului de dezvoltare sau la nivelul aplicaţiei. Există două tipuri generale de integrare: integrare funcţională şi integrare fizică.

Integrarea funcţională are în vedere faptul că funcţii ale sistemelor, până atunci separate, sunt puse într-un singur sistem. De exemplu, poştă electronică (E-mail) cu tabelă de calcul, cu bază de date, cu grafice şi comunicaţii pe o aceeaşi staţie de lucru. Utilizatorul dispune de toate posibilităţile de acest gen, folosind o singură interfaţă, cu trecere de la o funcţie la alta şi revenire uşoară la oricare dintre ele.

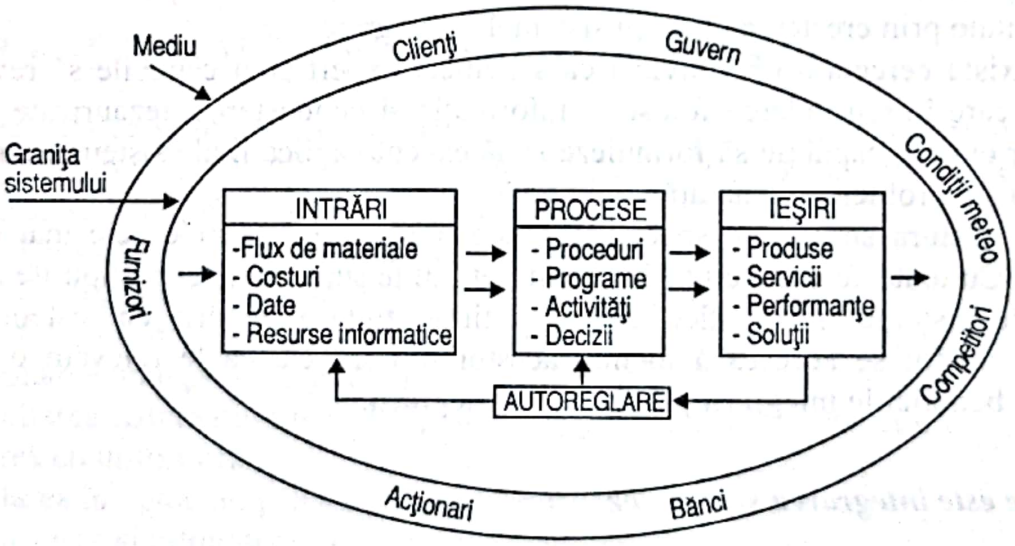


Fig. nr.8.12. *Sistemul şi mediul său*

Integrarea fizică se referă la realizarea legăturilor hardware + software + comunicaţii, necesare pentru integrarea funcţională. Integrarea software-lui este determinată de integrarea hardware-lui.

Abordările majore ale integrării fizice se prezintă în fig. nr. 8.13.

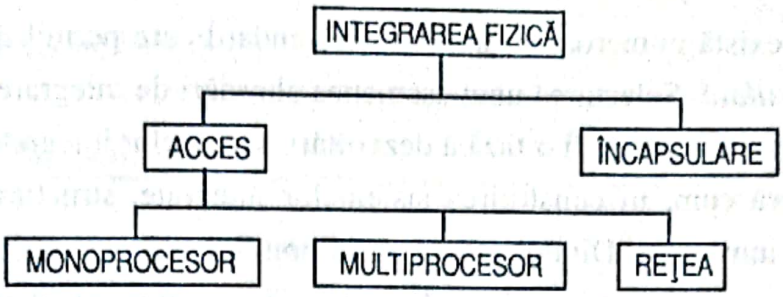


Fig. nr.8.13. *Abordările integrării*

Din figura de mai sus rezultă că *accesul monoprocesor* este cea mai simplă şi mai uzuală abordare a integrării fizice, care leagă diferite sisteme de programe la acelaşi procesor. Programele clasice şi sistemele de gestiune a bazelor de date sunt apelate din memoria calculatorului sau de pe suportul pe care se află produsul program. De exemplu, sisteme expert realizate în LISP/PROLOG, aflate pe acelaşi calculator monoprocesor cu alte programe convenţionale. Se obţine o utilizare a procesorului la întreaga capacitate, cu toate că această abordare este mai puţin puternică decât celelalte.

Accesul multiprocesor are în vedere operarea unor sisteme de programe diferite pe procesoare diferite ale aceluiaşi calculator, cu arhitectură multiprocesor. Este o abordare mai scumpă, mai flexibilă şi mai rapidă în prelucrarea sarcinilor complexe.

Accesul reţea are în vedere integrarea mai multor tipuri de reţele, dacă sistemele de programe inteligente şi cele convenţionale se află pe calculatoare diferite, care se pot interfaţa unele cu altele. Reţeaua permite o interfaţare uşoară şi rapidă a diferitelor produse program. La reţea pot fi legate şi staţii de lucru inteligente, dedicate inteligenţei artificiale.

Încapsularea se referă la încorporarea produselor program inteligente în sistemele informatice convenţionale. De exemplu, aplicaţii de tip sisteme expert în sisteme informatice cu baze de date. Se obţin astfel *sisteme încapsulate*, considerate drept cea de a doua generaţie de sisteme inteligente integrate în sistemele convenţionale. Prima generaţie este aceea a sistemelor expert integrate în sistemele de sprijinire a deciziei.

Utilizatorul vede întotdeauna o singură aplicaţie, cea cu care lucrează. Nu există nici o distincţie dintre sistemul inteligent şi părţile convenţionale ale sistemului informatic. Un bun exemplu îl constituie generatorul GURU, care încorporează un procesor de limbaj natural într-un mediu care suportă calcul tabelar, SGBD relaţionale, grafică, procesor de texte, generator de rapoarte, comunicaţii şi calcule economice.

Trebuie observat că sistemele încapsulate, mai eficiente decât alte sisteme, pot constitui tehnologia informaţională a viitorului, cu toate că au un cost mare şi sunt greu de realizat.

Scanned with OKEN Scanner

Pe piaţă există numeroase componente standard care permit *abordarea acces* şi *abordarea încapsulată*. Selectarea unei asemenea abordări de integrare, cea mai potrivită unei implementări reale, poate fi o fază a dezvoltării sistemelor integrate.

Se observă cum, în construirea sistemelor integrate, structura fizică devine un factor extrem de important. Dintre numeroasele opinii referitoare la integrare credem că prezintă interes aşa-numitul trimorfism al autorilor britanici nominalizaţi anterior, care în esenţă observă trei tipuri de interacţiuni posibile (fig. nr. 8.14):

- Interacţiunea numai cu utilizatorul;
- Interacţiunea cu alte sisteme, cum ar fi SGBD-urile, programele de calcul tabelar etc., la fel de performant ca şi cu utilizatorul;
- Când sistemul expert este încorporat într-un sistem mai mare şi când utilizatorul interacţionează cu sistemul expert prin intermediul interfeţei sistemului gazdă.

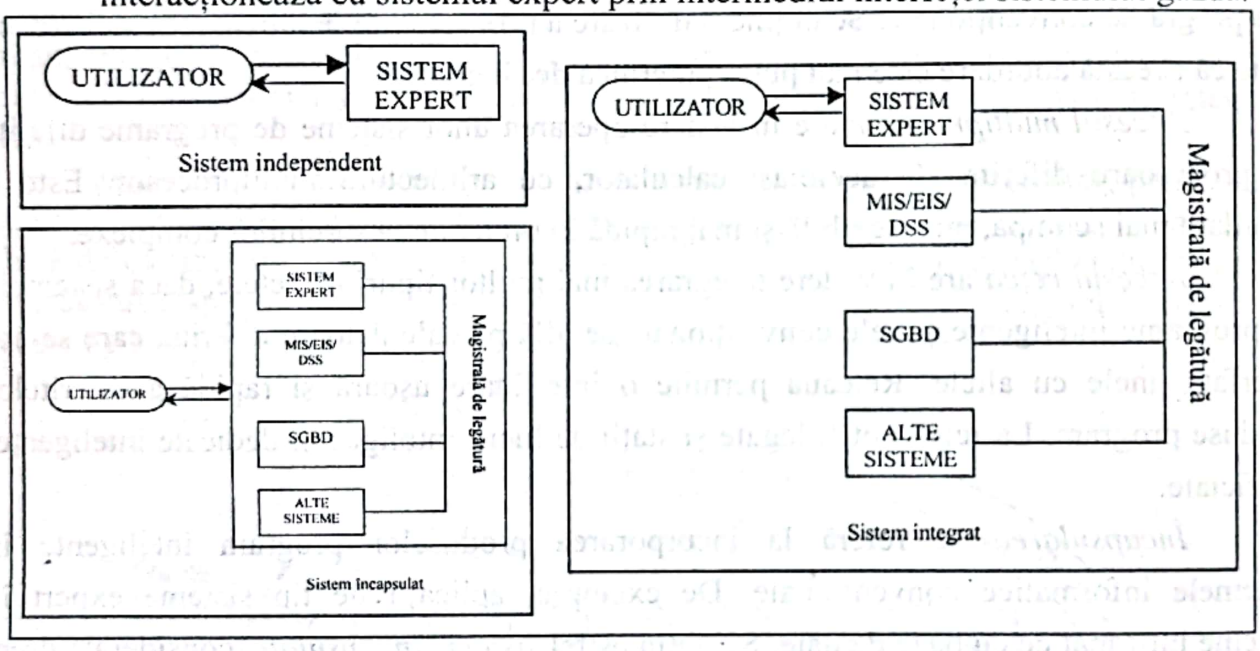


Fig. nr.8.14. *Tipuri de interacţiuni ale sistemelor expert cu alte sisteme*
(Adaptat după Bader, J., *op.cit.*, p. 271)
[MIS=Management Information Systems; EIS=Executive Information Systems, DSS= Decision Support Systems]

8.10.2. Beneficiile integrării

În general, integrarea sistemelor expert cu sistemele informatice convenţionale urmăreşte obiectivul atingerii performanţei sistemului informatic în privinţa costurilor reduse şi a eficienţei crescute. Beneficiile specifice pot fi privite din două direcţii diferite:

- din construirea sistemului;
- din utilizarea sistemului.

Prezentăm aceste beneficii în tabelul 8.1.

Tabelul 8.1. Beneficiile integrării

A. Beneficii din construirea sistemului	- îmbunătăţiri în realizarea bazei de date - reprezentarea simbolică a cunoaşterii - reduce timpul de dezvoltare - permite modelarea situaţiei prin date exacte - viteză în realizarea sistemelor - programare mai rapidă - consistenţă proiectelor - măsuri mai bune de securitate
B. Beneficii din utilizarea sistemului	- îmbunătăţirea operaţiilor de exploatare şi întreţinere a bazei de date - validarea datelor introduse în sistem - îmbunătăţirea accesului la baze de date mari - îmbunătăţirea gestiunii modelelor decizionale - îmbunătăţirea analizei de sensitivitate (What-if) - creşte viteza simulărilor economice - dialog prietenos şi explicaţii ale raţionamentelor - acţionează ca un instructor - se obţin sisteme informatice mai "inteligente" şi mai utile - se reduce costul de întreţinere - sistem de cereri mai rafinat - validarea diagnosticelor şi interpretarea rezultatelor sistemelor

Faţă de beneficiile pentru sistemele informatice clasice obţinute prin integrare, prezentate în tabelul de mai sus, putem releva şi *beneficiile pentru sistemele expert*:

- îmbunătăţirea calităţilor generatoarelor de sisteme prin adăugarea unor trăsături ale sistemelor convenţionale;
- utilizarea sistemelor informatice la îmbunătăţirea construirii bazei de cunoştinţe (prin folosirea simulării);
- calculele şi analizele se pot realiza mai uşor şi mai repede în sistemele integrate, datorită posibilităţii transferului informaţiei între componentele de tip inteligent şi cele convenţionale;
- integrarea lărgeşte sfera de utilizare a sistemelor expert, care, de regulă, se limitează la domenii aplicative restrânse. Se realizează o legare mai uşoară la bazele de date din întreprinderi;

Scanned with OKEN Scanner

- experiența căpătată în construirea sistemelor informatice convenționale poate fi adaptată la dezvoltarea sistemelor expert.

Toate aceste beneficii pot justifica, în condiții bune, costul integrării.

8.10.3. Domeniile integrării

Sistemele expert sunt deja integrate cu aproape toate tipurile de sisteme informatice. În multe dintre domenii integrarea se află la începuturi, în stadiu de experimentare, dar în altele a dat deja rezultate fructuoase. S-au obținut sisteme integrate de diferite dimensiuni, pentru toate tipurile de echipamente, de la microcalculatoare la supercalculatoare, dedicate sau nu.

Există deja sisteme care includ două sau mai multe aplicații informatice clasice și un singur sistem expert, după cum există și sisteme în care sunt cuplate câteva sisteme expert și una sau mai multe aplicații convenționale.

Sistemele expert se pot integra și cu alte tehnologii, cum sunt: procesoarele de limbaj natural, multimedia, hipermedia, sistemele de vedere artificială și roboții.

În continuare, ne rezumăm doar la integrarea cu sistemele de gestiune a bazelor de date, sistemele de gestiune a modelelor și fabricația informatizată.

• *Integrarea sistemelor expert cu sistemele de gestiune a bazelor de date*

Acest tip de integrare constituie unul dintre cele mai critice domenii. Există mai multe obiective și modalități fizice de realizare a acestei integrări.

Este știut că întreprinderile și organizațiile de orice tip colectează continuu date, informații și cunoaștere, memorându-le în sisteme informatizate. Actualizarea, regăsirea și utilizarea acestora devin din ce în ce mai complicate, tocmai din cauza volumului mereu mai mare de tranzacții. Totodată, numărul persoanelor care interacționează cu sistemele informatizate crește continuu. Lucrul cu baze de date mari devine o activitate dificilă care solicită o expertiză considerabilă. Fără acces la bazele de date, utilizarea unor sisteme expert de gestiune, performante, este aproape imposibilă.

Sistemele expert sunt capabile să administreze în manieră simplă baze de date, sporind astfel puterea SGBD-urilor din dotare cu capacități de inferențiere. În practică s-au afirmat mai multe arhitecturi posibile de integrare cu baze de date.

Se consideră că o eventuală cuplare cu un procesor de limbaj natural oferă o mai bună contribuție a sistemelor expert la acest tip de integrare. Din integrarea cu

Scanned with OKEN Scanner

SGDB-urile se obţine, implicit, şi o îmbunătăţire a gestiunii cunoaşterii, întruct un SGBD special va administra baza de cunoştinţe.

Se ştie că sistemele expert pot primi date şi informaţii din mai multe surse. O sursă o constituie baza de cunoştinţe proprie, iar altele pot fi senzorii instalaţi în mediu, baze de date şi baze de modele. Pot exista şi situaţii inverse, când sistemele expert trimit informaţii înapoi, către aceste surse. Întregul flux dus-întors poate fi gestionat cu ajutorul unui sistem integrat cu SGBD-uri relaţionale.

Sistemele expert se pot integra cu SGBD-uri relaţionale via reţea, obţinându-se o mai bună accesare a bazelor de date, de către utilizatorii ocazionali şi o utilizare mai transparentă a sistemelor informatice on-line.

Cercetătorii Al-Zobaidie şi Grimson propun trei arhitecturi pentru integrarea sistemelor expert cu SGBD-uri relaţionale şi explică cum poate creşte funcţionalitatea SGBD-ului şi gestiunea cunoaşterii. Ei arată că pe această cale se ajunge la gestiunea inteligentă a cunoaşterii cu ajutorul *bazelor de date inteligente*. Sistemul expert devine mai complex şi mai diversificat (fig. 8.15).

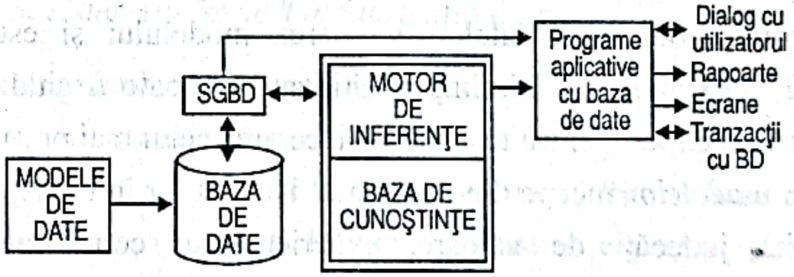


Fig. nr.8.15. *Integrarea unui sistem expert cu un SGBD*

SGBDR-Oracle încorporează un optimizor de cereri (query optimizer) şi un program inteligent, capabil să selecteze cea mai eficientă modalitate de execuţie a cererilor de interogare a bazei de date. De exemplu, într-o bază de date distribuită, optimizorul recunoaşte rapid cel mai eficient transfer de înregistrări, datorită bazei de cunoştinţe proprii, care încorporează reguli pentru selectarea indecşilor în vederea creării sau ştergerii înregistrărilor din baza de date. *KEE Conection* este un produs software inteligent, care translatează comenzi ale generatorului de sisteme expert KEE în cereri pentru o bază de date şi efectuează automat transferul către un SGBD, folosind limbajul SQL.

O abordare mai recentă o constituie introducerea *OODB* (Object Oriented Data Base) în tehnologia informaţională şi obţinerea de *OODB inteligente*, atunci când se integrează cu sistemele expert.

Scanned with OKEN Scanner

• *Integrarea sistemelor expert cu modele cantitative de management*

Aceasta reprezintă o temă cu semnificații deosebite, tocmai datorită beneficiilor potențiale, substanțiale.

Dacă, în momentul de față, integrarea sistemelor expert cu bazele de date a devenit în multe întreprinderi prioritatea numărul 1, sistemele integrate fiind produse informatice comerciale, componenta majoră, complementară pentru date, *modelele cantitative* a rămas în urmă în privința integrării. În acest domeniu s-au investigat trei subteme: construirea modelelor, utilizarea modelelor și interpretarea rezultatelor.

Cum bine se știe, modelele cantitative se află în zona de interes a managementului în scopul luării deciziei. Cele mai specifice sunt modelele științei managementului, statisticii, finanțelor și contabilității (de gestiune și/sau financiare).

Construirea modelelor urmărește efectuarea unei reprezentări simplificate a realității cu modele normative sau descriptive, care să poată fi utilizată la luarea deciziei. Numai în condițiile unei expertize se poate găsi un echilibru corespunzător între simplificare și reprezentare, în cazul modelării. Definiția problemei de modelat, alegerea unui model prototip, colectarea datelor, validarea modelului și estimarea anumitor parametri și relații nu sunt activități simple. Utilizatorul poate fi ghidat, în toate aceste activități, de un sistem expert pentru testarea și selectarea celui mai potrivit model.

Utilizarea modelelor începe din momentul lansării lor în uz. Aplicarea modelelor construite necesită judecăți de valoare, experiență în conducerea analizelor de sensitivitate, determinarea diferențelor semnificative dintre proiecte ș.a.

Un sistem expert se poate utiliza tocmai pentru a oferi utilizatorului consultațiile necesare utilizării modelelor sau pentru conducerea analizelor cauză-efect.

Interpretarea rezultatelor poate fi oferită de către un sistem expert împreună cu explicațiile asupra modelelor utilizate. Se pot evidenția anomaliile datelor și formatelor informației necesare analizei de sensitivitate. Sunt deja sisteme expert dezvoltate pentru selecția modelelor, interpretarea rezultatelor simulării etc., cu aplicații în teoria deciziei, prognoză, cercetare operațională, modelare financiară, managementul proiectelor, statistică, planificare strategică și dinamica sistemelor.

• *Integrarea cu interfața de dialog*

Sistemele expert pot fi integrate cu un sistem de interfețe, astfel încât dialogul om-mașină să se deruleze în manieră prietenoasă și rapidă. Sistemele expert sunt pe cale de a fi integrate, ele însele, ca interfețe la multe aplicații informatice clasice și pachete de programe. De exemplu, sistemul expert HAL se utilizează deja ca interfață pentru mediul

Scanned with OKEN Scanner

de calcul tabelar LOTUS 1-2-3, iar sistemul CLOUT se utilizează ca interfață pentru SGBDR-ul R:Base 5000. Sistemul *Statistical Navigator* ajută utilizatorul să selecteze cea mai potrivită rutină statistică, dintre cele peste 130 existente în pachetele de programe SPSS, SAS, SYSTAT. Acest sistem expert este construit cu generatorul EXSYS.

• *Integrarea cu sistemele de sprijinire a deciziei*

Cunoaştem, din cele menționate până acum, că sistemele expert se pot integra cu toate componentele majore ale sistemelor de sprijinire a deciziei: baza de date, baza de modele şi subsistemul de dialog. Integrarea de acest tip are drept consecințe îmbunătățirea construcției şi funcționării componentelor integrate. Astăzi, tot mai mulți cercetători susțin proiectarea de sisteme expert şi sisteme de sprijinire a deciziei complet integrate. Literatura de specialitate ne oferă multe asemenea proiecte. Exemplul cel mai bun îl constituie *American Express Authorize's Assistant*, în care componentele din cele două tipuri de sisteme se completează unele pe altele.

• *Integrarea sistemelor expert în fabricația automată*

Fabricația automată are în vedere fluxul de producție cu calculator integrat, celulele flexibile de fabricație, cu roboți, în care diferite maşini şi/roboți manipulează materiale, semifabricate etc., pe baza comenzilor de lucru, trimise automat şi constant, în conformitate cu planul de operații al fabricii. Un sistem expert se poate utiliza pentru executarea acestei planificări în conjuncție cu sistemele de sprijinire a deciziei şi roboții. Planificarea coordonează toate activitățile fabricii, în vederea atingerii celor mai bune performanțe de calitate şi eficiență a folosirii resurselor, cu respectarea termenelor de livrare şi a indicatorilor de productivitate.

Un alt domeniu de utilizare a sistemelor expert integrate îl constituie descoperirea defecțiunilor echipamentelor. Deoarece fabricația automată este mereu monitorizată de către senzori şi alte dispozitive de detecție, datele astfel colectate sunt interpretate de către un sistem expert, punându-se în evidență erorile potențiale şi reale, în operarea fiecărei componente de pe fluxul de producție. Tot sistemul expert realizează diagnosticul cauzei şi recomandă reparațiile necesare.

Un sistem expert mai avansat se poate integra cu roboții, care execută reparațiile necesare.

Scanned with OKEN Scanner

8.11. CONTROL ŞI EXERCIŢII

1) Elaboraţi un studiu de fezabilitate, în vederea introducerii unui sistem expert într-un domeniu specific de activitate al unei întreprinderi sau organizaţii. Pregătiţi raportul necesar acestui studiu cu informaţii referitoare la:
   - identificarea domeniului problemei (aplicaţiei);
   - descrierea experţilor implicaţi, capacitatea lor şi dorinţa de participare la proiect;
   - descrieţi hardware-ul şi software-ul utilizate în proiect şi motivaţi necesitatea acestora;
   - definiţi echipa de dezvoltare necesară şi motivaţi componenţa ei pentru fiecare membru;
   - stabiliţi orarul pentru dezvoltarea sistemului expert, pe fiecare fază;
   - prezentaţi o listă a dificultăţilor potenţiale din timpul dezvoltării;
   - prezentaţi lista problemelor manageriale legate de utilizarea sistemului expert, care pot apărea la introducerea sistemului în întreprindere sau organizaţie;
   - prezentaţi bugetele de costuri şi bugetele de exploatare ale sistemului expert;
   - prezentaţi, dacă este cazul, lista interfeţelor cu alte sisteme şi/aplicaţii informatice.
2) Reflectaţi la o funcţie specifică, care să poată fi sprijinită sau înlocuită cu un sistem expert. Funcţia (problema) să fie una dintre cele pentru care puteţi obţine informaţii de la un expert sau din lucrările deja publicate. Descrieţi această funcţie în termeni generali. Cum se execută această funcţie fără ajutorul sau fără înlocuirea sa cu un sistem expert? Cine răspunde de judecăţile finale? Ce tip de instruire şi/experienţă trebuie să aibă persoana respectivă? Identificaţi categoria generică, care descrie cel mai bine funcţia (problema) şi explicaţi de ce?

Scanned with OKEN Scanner

CAPITOLUL IX

MEDII ŞI INSTRUMENTE DE DEZVOLTARE A SISTEMELOR EXPERT

Ne-am convins deja că inteligenţa artificială a devenit o ştiinţă experimentală, capabilă să dezvolte programe cu comportament inteligent, numite sisteme expert sau sisteme inteligente. În acest scop utilizează limbaje, medii şi instrumente de programare, care simplifică lucrul în timpul dezvoltării sistemelor, ca activitate interactivă şi incrementativă.

Aşa cum programele clasice (algoritmice) se dezvoltă treptat, în etape, cu posibilitatea revenirii la etapele anterioare, folosindu-se medii de programare adecvate, şi sistemele expert necesită medii şi instrumente de dezvoltare interactivă, prevăzute cu mecanisme de alocare dinamică a memoriei, pe măsura dezvoltării, exprimarea funcţiilor recursive şi manipularea simbolică.

Vom face referiri la asemenea medii sub multiple aspecte: direcţii de cercetare actuale şi trăsături caracteristice, problematica paradigmelor programării, elementele distinctive faţă de limbajele de programare procedurale, terminologia specifică utilizată, taxonomia software-lui folosit la construirea sistemelor expert, dezvoltarea sistemelor expert cu medii şi instrumente specifice.

Scanned with OKEN Scanner

9.1. DIRECȚII DE CERCETARE ȘI TRĂSĂTURI

În prezent, cercetările în problematica mediilor de dezvolatre a sistemelor expert sunt orientate în patru mari direcții[61]:

- limbaje de programare și instrumente pentru ajutor în programare;
- medii și instrumente generale pentru sisteme expert;
- medii și instrumente specifice problemei;
- medii și instrumente specifice domeniului.

În principiu, orice mediu de dezvoltare a sistemelor expert trebuie să întrunească următoarele trăsături:

- să fie puternic, mentenabil și să dispună de limbaje standardizate;
- să posede biblioteci bine dotate cu cod sursă, cod obiect și cunoștințe în domeniu;
- să utilizeze stații de lucru și/platforme cu caracteristici grafice de înaltă rezoluție, color, cu ferestre multiple și actualizare rapidă;
- să dispună de instrumente software pentru utilizare ușoară;
- să utilizeze cele mai bune echipamente de intrare;
- comunicarea interprocese să fie standardizată și flexibilă;
- interfața de dialog să fie prietenoasă și uniformă;
- să dispună de editoare capabile să trateze module de program cu structură individuală;
- după dezvoltarea pe cele mai bune medii de programare, sistemul să poată fi translatat în limbaje și mașini mai potrivite ca viteză și memorie de lucru.

Experiența informatică actuală sugerează că este preferată utilizarea unui produs program comercializat în scopul rezolvării unor probleme, decât să se construiască un nou produs program. Astfel, orientarea generală în selectarea unei paradigme constă în a considera mai întâi paradigmele procedurale, datorită faptului că s-a acumulat o mare experiență în acest domeniu și, numai dacă, efectiv, problema nu se poate soluționa cu programe procedurale, să se treacă la paradigme neprocedurale, cum este și aceea a inteligenței artificiale.

Sistemele expert, fiind un subdomeniu al inteligenței artificiale, s-au creat medii și instrumente specializate pentru dezvoltarea lor, precum și limbaje de inteligență artificială. Să vedem în continuare diferite nuanțe și caracteristici specifice mediilor și instrumentelor de dezvolatare a sistemelor expert.

---

61 Giarratano, J., Riley, G., *Expert Systems. Principles and Programming, Designing Expert Systems using CLIPS*, PWS Pub., Boston, 1993, p. 175;
Puppe, F., *Systematic Introduction to Expert Systems*, Springer, Berlin, 1993, p. 12.

Scanned with OKEN Scanner

9.2. INCURSIUNE ÎN PARADIGMELE PROGRAMĂRII

Implementarea algoritmilor în programe generează programe procedurale (fig. nr. 9.1.a). Termenii programe algoritmice, programe procedurale şi programe convenţionale sunt identici. Ei se referă la programele elaborate pe baza paradigmei procedurale.

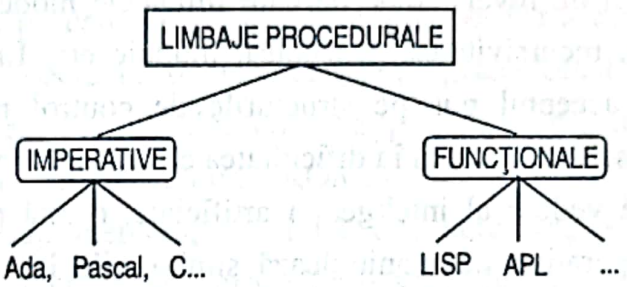


Fig. nr.9.1.a. *Taxonomia paradigmelor procedurale, în termeni de limbaje*

Trăsătura distinctivă a paradigmei procedurale constă în aceea că programatorul trebuie să specifice cu exactitate, pas cu pas, operaţiile şi modul de codificare a lor în scopul soluţionării problemei.

Paradigma neprocedurală (fig. nr. 9.1.b) cere ca programatorul să specifice numai scopul programului, iar soluţionarea problemei cade în sarcina mediului şi/sau instrumentului de dezvoltare.

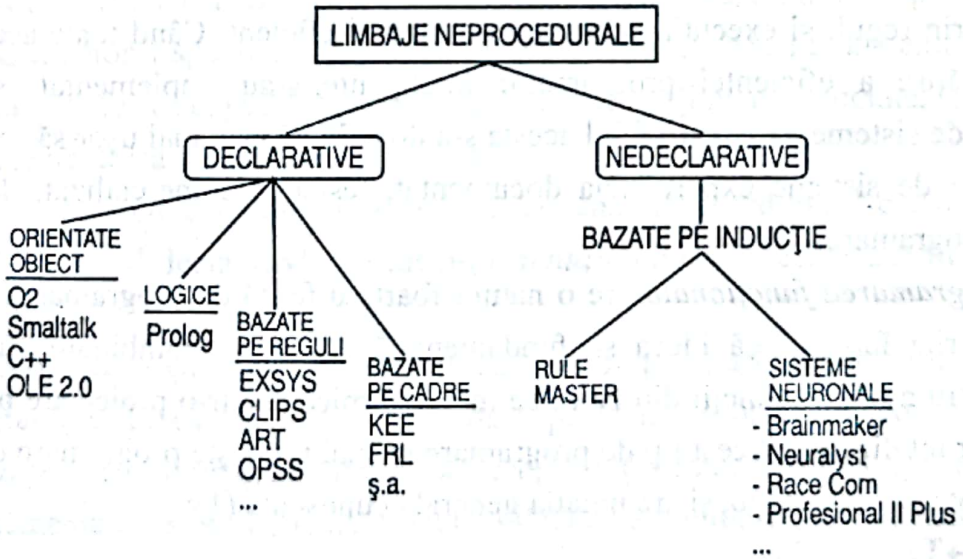


Fig. nr.9.1.b. *Taxonomia paradigmelor neprocedurale*[62]

62 Aceste figuri sunt un ghid general, strict limitat, deoarece anumite paradigme şi limbaje pot avea caracteristici care le pot plasa în una sau mai multe clase. Noi urmărim numai relaţia cu sistemele expert.

Programarea imperativă sau programarea bazată pe instrucțiuni sunt termeni sinonimi: se utilizează instrucțiuni sau comenzi care arată pas cu pas calculatorului ce să facă. Limbajele imperative, dezvoltate din limbajele de asamblare, în arhitectura von Neumann, oferă suport pentru constante, variabile, expresii, funcții, operațiile de atribuire, structurile de control (secvențiale, repetitive, alternative). Toate aceste operații sunt considerate operații de nivel redus, pe care limbajele moderne le încorporează în caracteristici cum sunt: recursivitatea, proceduri, module etc. Limbajele imperative se caracterizează și prin accentul pus pe structurile de control multiple și proiectarea top-down. O problemă serioasă constă în dificultatea dovedirii corectitudinii programelor.

Din punctul de vedere al inteligenței artificiale, o altă problemă serioasă este aceea că limbajele imperative nu manipulează simbolurile în mod eficient. Cu toate acestea, limbaje imperative ca Ada și C au fost utilizate, ca limbaje de bază, la construirea unor medii de dezvoltare a sistemelor expert și a limbajelor orientate obiect, mai eficiente decât generatoarele de sisteme construite în LISP. Din cauza naturii lor secvențiale, limbajele imperative nu sunt eficiente la implementarea sistemelor expert. De exemplu, cele mai lipsite de succes au fost sistemele expert codificate în FORTRAN și BASIC.

S-a constatat, în acest context, că eficiența programelor de tip expert poate fi îmbunătățită numai dacă regulile sunt ordonate. Acest fapt reclamă un efort considerabil de testare și actualizare pe măsura modificării bazei de reguli. Așa s-a ajuns la dezvoltarea analizoarelor sintactice și interpretoarelor pentru analiza structurii cunoașterii exprimate prin reguli și execuția acestora în mod mai eficient. Când toate aceste tehnici de îmbunătățire a eficienței programelor inteligente s-au implementat, s-a obținut generatorul de sisteme expert. În felul acesta s-a dovedit că este mai ușor să se lucreze cu un generator de sisteme expert, deja documentat, testat și comercializat, decât cu un limbaj de programare.

Programarea funcțională are o natură foarte diferită de programarea imperativă tocmai datorită faptului că ideea sa fundamentală constă în combinarea unor funcții simple, pentru a obține funcții din ce în ce mai puternice printr-o proiectare bottom-up a programelor inteligente. Acest tip de programare se mai numește programare orientată pe funcții, în înțeles matematic, și are notația generală cunoscută (1):

(1) $\mathbf{f:S \rightarrow T}$,

unde **S** = domeniul instanțelor **f(s)**, în care **s** este un element din **S**, **T** = codomeniu.

Limbajele funcționale au fost create pentru a fi referențial transparente. Un limbaj funcțional se compune din cinci părți: obiecte de tip date, funcții primitive care operează cu obiecte, forme funcționale care sintetizează funcții noi, operații asupra funcțiilor și

proceduri de identificare a funcţiilor noi. Aceste limbaje sunt, în general, implementate cu interpretoare în vederea construirii mai uşoare a programelor şi obţinerea unor răspunsuri imediate de către utilizator. De exemplu, în LISP obiectele de tip date sunt expresii simbolice sau S-expresii, care pot fi atomi sau liste. În APL, obiectele sunt arrays. În LISP s-au realizat multe sisteme expert, inclusiv generatoare, care nu reuşesc să se execute foarte eficient pe calculatoarele convenţionale. De aceea, s-au construit *maşini LISP*, foarte scumpe şi special destinate execuţiei programelor LISP.

Această problemă a costului aproape prohibitiv a determinat implementarea programelor inteligente în memorii de tip ROM.

O problemă suplimentară, rezultată din cercetări, a constituit-o integrarea programelor inteligente cu programe procedurale scrise în limbajele C, Ada, Pascal ş.a.

Dificultăţi deosebite se ridică în faţa integrării sistemelor expert realizate în LISP cu programe procedurale.

Întotdeauna, raţiunile de portabilitate, eficienţă şi viteză au determinat transcrierea în limbajul C a multor generatoare de sisteme expert, tocmai pentru eliminarea problemelor de echipament specifice maşinilor LISP.

În cazul *paradigmelor neprocedurale*, nu depind de programator detaliile exacte despre ***cum*** se rezolvă problema, accentul fiind pus pe specificarea a ***ce*** trebuie să realizeze, iar sistemul va determina soluţionarea unei probleme sau a alteia.

Programarea declarativă separă scopul de metodele utilizate pentru atingerea scopului. Utilizatorul specifică *scopul*, în timp ce un mecanism fundamental (inferenţial) încearcă să satisfacă scopul. Mai multe paradigme şi limbaje asociate, au fost create pentru implementarea mecanismului declarativ.

Programarea orientată obiect este un caz de paradigmă, considerată parţial imperativă şi parţial declarativă. Termenul *orientare obiect* se utilizează în două moduri diferite:

- OOD (Object Oriented Design), cu mare popularitate ca metodologie de programare. Ideea sa de bază este de a proiecta un program, considerând datele utilizate într-un program drept *obiecte*, iar operaţiile asupra lor drept *metode* implementate pe respectivele obiecte. OOD este esenţială în proiectarea bottom-up şi este bună de urmat în cazul programelor cu structură de control insuficientă. OOD este mai eficientă în limbajele de programare cu trăsături de încapsulare şi moştenire a datelor;
- OOP (Object Oriented Programming), utilizat prima dată în limbajul Smalltalk şi cele inspirate din acesta, special realizate pentru lucrul cu obiecte. Termenul OOP

Scanned with OKEN Scanner

se utilizează în prezent pentru programarea în cadrul OOD, chiar dacă limbajul nu este unul cu adevărat orientat pe obiecte. Smalltalk are trăsăturile necesare pentru a suporta obiecte şi constituie un mediu de dezvoltare agreat. El utilizează conceptele de *clasă*, *subclasă*, *instanţă*, *moştenire* şi *metodă*, concepte preluate şi de către SGBD-OO, respectiv de către generatoarele de sisteme expert.

Programarea logică este implementată cu limbajul PROLOG, care are la bază clauzele Horn şi principiul strategiei de control înapoi. De exemplu, fraza "o maşină are nevoie de benzină, ulei şi cauciucuri umflate, ca să meargă", se exprimă cu clauze Horn astfel:

"X este o maşină şi merge
dacă X are benzină şi
dacă X are ulei şi
dacă X are cauciucuri umflate"

Cu ajutorul clauzelor Horn, PROLOG exprimă cunoaşterea în manieră declarativă şi controlează procesele de raţionament. O clauză Horn se implementează ca o procedură care arată cum se satisface un scop. Prin control înapoi (backward-chaining) se definesc subscopuri mai mici, care dacă sunt satisfăcute şi scopul iniţial va fi satisfăcut. Un avantaj al acestei strategii de control constă în faptul că execuţia poate fi realizată în paralel, în condiţiile în care există un calculator multiprocesor capabil să lucreze simultan cu subscopurile. Execuţia paralelă oferă o mare viteză de execuţie a programelor.

Unul dintre avantajele programării logice îl constituie specificaţiile direct executabile. Însă eficienţa şi viteza scad simţitor atunci când este necesară căutarea în bazele de cunoştinţe şi/bazele de date.

Programarea nedeclarativă a devenit una dintre paradigmele cu mare popularitate, datorită intensităţii utilizării sale în multe aplicaţii de inteligenţă artificială. Ea poate fi utilizată în aplicaţii independente sau în conjuncţie cu alte paradigme.

Din ce în ce mai atractivă a devenit *programarea bazată pe inducţie* (induction based), în care programele învaţă din exemple. Generatoare de sisteme expert cum sunt 1stClass, KDS ş.a. oferă învăţarea prin inducţie deoarece acceptă exemple şi cazuri, pe baza cărora generează automat reguli de producţie. Sistemele neuronale artificiale, apărute în anii '80, au la bază metoda reţelelor neuronale de reprezentare a cunoaşterii, iar paradigma specifică lor se numeşte *conexionism*, din cauză că modelează soluţiile problemelor prin instruirea neuronilor conectaţi într-o reţea.

Scanned with OKEN Scanner

Mulţi cercetători au investigat reţelele neuronale şi au observat că ele au un mare potenţial ca interfeţe pentru sistemele expert, care necesită mari cantităţi de intrări de la senzori, ca şi răspunsuri în timp real. Există în prezent circa 13 algoritmi de tipul *neural net learning*, cum sunt: *counter-propagation*, *back-propagation* etc.

Programatorul "programează" sistemul neuronal prin furnizarea intrărilor şi ieşirilor corespunzătoare, iar sistemul *învaţă* prin ajustare automată a ponderilor din reţeaua sa de neuroni. *Instruirea* reţelei, pentru răspunsuri corecte, se realizează în funcţie de structura sa, de numarul intrărilor şi ieşirilor oferite ca exemple şi de echipamentul şi software-ul disponibile. După terminarea instruirii, sistemul neuronal este capabil de răspunsuri foarte rapide. Există sisteme neuronale fabricate din cip-uri, care dau un randament mai bun la exploatarea în timp real. De exemplu, AT&T ş.a. companii au fabricat deja sisteme neuronale artificiale experimentale, pe cip-uri cu sute de neuroni. Se tinde către cip-uri cu mii de neuroni, şi se lucrează în prezent deosebit de intens în acest domeniu.

Caracteristicile unui sistem neuronal sunt:

- arhitectura care diferă de aceea a calculatorului convenţional, fiind modelată după cele mai moderne teorii despre creierul uman, în care informaţia este reprezentată prin "ponderi";
- reprezentarea distribuită a informaţiei este similară cu aceea a unei holograme, în care liniile sale acţionează prin difracţie pentru reconstituirea imaginii memorată cu lumina laser trecută prin ea;
- sistemele neuronale constituie cea mai bună opţiune atunci când există foarte multe date empirice şi nu există algortimi suficient de rapizi şi de corecţi pentru prelucrarea lor.

Avantajele reţelelor neuronale în raport cu memoria calculatoarelor convenţionale sunt:

- memoria este foarte tolerantă la pene. Oricând, unele porţiuni din reţea se defectează, calitatea informaţiei memorate nu se degradează, datorită memorării sale distribuite. Niciodată nu pot exista pierderi catastrofale de informaţie;
- informaţiile şi datele sunt memorate natural sub forma memoriei asociative, în care orice cantitate de date/informaţii poate fi suficientă pentru reconstituirea completă a informaţiei originale (plasticitate);
- reţelele neuronale pot extrapola şi interpola trăsături semnificative din propriile informaţii memorate. Prin instruire, o reţea este învăţată cum să ţină seama de relaţiile dintre date şi/sau informaţii, în vederea reconstituirii lor pe baza altora

Scanned with OKEN Scanner

ipotetice. Reţeaua răspunde întotdeauna corect cu relaţii despre ceea ce nu a fost instruită să facă (interpolare);

- chiar dacă un număr de neuroni este înlăturat, reţeaua poate fi reinstruită, la nivelul performanţei iniţiale, pe baza neuronilor rămaşi funcţionali.

Toate aceste caracteristici fac din sistemele neuronale mijloace foarte atractive pentru roboţii spaţiali, echipamentele inteligente folosite în exploatări petroliere, dispozitivele subacvatice şi pentru controlul proceselor. La acestea se adaugă aplicaţiile care trebuie să funcţioneze timp îndelungat în mediu ostil fără intervenţii pentru reparaţii.

Pe lângă fiabilitate înaltă, sistemele neuronale oferă şi funcţionalitate bună la un preţ de întreţinere mic datorită plasticităţii. Dacă, uneori, trebuie făcute reparaţii ale echipamentului, preferată rămâne reprogramarea prin reinstruirea reţelei.

Un mare număr de firme specializate a organizat producţia de sisteme neuronale şi dispun de toată tehnologia necesară. De exemplu, Nestor CO. comercializează produsul numit *NestorWriter*, capabil să recunoască scrisul de mână şi să-l transforme în text imprimat de către un calculator PC/PS. Dispozitivul de vorbire *DECTalk* este un sistem neuronal care a învăţat pronunţarea corectă a cuvintelor dintr-un text în limba engleză.

Companii ca TRW, SAIC, HNC, Synaptic, NeuralTech, Texas Instruments ş.a. comercializează deja o varietate de simulatoare şi acceleratoare de plăci hardware pentru creşterea vitezei învăţării sistemelor neuronale.

În prezent este posibilă construirea de sisteme expert cu folosirea sistemelor neuronale artificiale. De exemplu, există un sistem expert în care sistemul neuronal utilizat se comportă ca o bază de cunoştinţe construită pentru învăţarea exemplelor de boli. Sistemul expert încadrează boala în funcţie de simptome într-una din categoriile de boli în care a fost instruit sistemul neuronal. Un motor de inferenţe utilizează sistemul neuronal pe baza strategiei de control înainte realizează inferenţe, iar pe baza strategiei de control înapoi solicită utilizatorului informaţii suplimentare necesare obţinerii răspunsului corespunzător. Tot motorul de inferenţe interpretează cunoaşterea din sistemul neuronal şi generează reguli pentru explicaţii adecvate. Acest sistem expert–sistem neuronal utilizează învăţarea inductivă, cu exemple, ca mijloc de eliminare a dificultăţilor achiziţiei cunoaşterii. Lăsând pe baza sistemului achiziţia cunoaşterii, timpul de dezvoltare se reduce, iar fiabilitatea creşte dacă sistemul neuronal induce reguli, care nu sunt cunoscute de către expert şi/sau cognotician.

Scanned with OKEN Scanner

9.3. ELEMENTE DISTINCTIVE ALE LIMBAJELOR PROCEDURALE FAŢĂ DE MEDIILE DE DEZVOLTARE A SISTEMELOR EXPERT

Un mediu de dezvoltare pentru sisteme expert include un limbaj de programare pentru inteligenţa artificială, de nivel mai înalt decât LISP, PROLOG sau C++, dar care se adresează unui domeniu de probleme mai restrâns. Natura specializată a acestor medii de dezvoltare le recomandă pentru construirea sistemelor expert, dar nu şi pentru o programare cu scop general, universal. Din această cauză, sunt dese situaţiile în care anumite funcţii trebuie elaborate în limbaje de programare procedurale. Principalul element distinctiv, funcţional, al unui mediu de dezvoltare a sistemelor expert faţă de un limbaj de programare procedurală constă în focalizarea reprezentării astfel:

- limbajul de programare se concentrează pe tehnicile mai flexibile şi mai robuste de reprezentare a datelor şi de manipulare a acestora;
- prin contrast, mediile de dezvoltare a sistemelor expert se focalizează pe cele mai flexibile şi mai robuste metode de reprezentare a cunoaşterii;
- paradigma programării procedurale oferă un singur nivel de abstracţie implementat prin metode ca: operatori, structuri de control etc., în care datele şi metodele sunt interconditionate;
- paradigma sistemelor expert oferă două niveluri de abstractizare: abstracţia datelor şi abstracţia cunoaşterii.

Mediile de dezvoltare a sistemelor expert separă datele şi/sau cunoştinţele de metodele lor de manipulare. De exemplu, într-un sistem expert bazat pe reguli, faptele sunt abstracţii ale datelor, iar regulile sunt abstracţii ale cunoaşterii.

Elementul distinctiv al concentrării reprezentării se referă şi la metodologia de proiectare a programelor. Astfel, din cauza interrelaţiilor strânse dintre date şi structurile de control, specifice programării procedurale, programatorii trebuie să supravegheze cu grijă descrierea ordinii de execuţie a operaţiilor. Prin contrast, separaţia explicită dintre date şi cunoaştere, caracteristică sistemelor expert, determină un control al ordinii execuţiei operaţiilor mai puţin rigid, o mai bună modularitate şi un mai bun paralelism.

În alegerea mediului de dezvoltare, problema de bază constă în a controla dacă intervine manipularea cunoaşterii în sensul inteligenţei artificiale. Sistemele expert ştim că utilizează în mod real o mare cantitate de cunoaştere specializată, numită expertiză. Sistemele expert bazate pe reguli folosesc tehnici de căutare şi/sau comparare în domenii ale cunoaşterii mai restrânse, pentru ghidarea execuţiei bazei de reguli. Se ştie deja că modalitatea obişnuită de a decide necesitatea programelor de tip sistem expert se

Scanned with OKEN Scanner

fundamentează pe necesitatea expertizei, existenţa expertului care o oferă şi dorinţa cooperării sale.

Alegerea unui mediu de dezvoltare devine dificilă în condiţiile unui portofoliu mai vast de asemenea medii şi instrumente, care de regulă se comercializează la preţuri de peste 500 USD. Procurarea unor medii mai ieftine se plăteşte printr-un preţ mai mare în termeni de eficienţă şi lipsa caracteristicilor moderne, şi eventual chiar a instrumentelor adecvate.

În prezent există o terminologie specifică utilizată de către firmele specializate la descrierea mediilor şi instrumentelor de dezvoltare pe care le comercializează.

9.4. TERMINOLOGIA UTILIZATĂ LA DESCRIEREA MEDIILOR ŞI INSTRUMENTELOR DE DEZVOLTARE A SISTEMELOR EXPERT

Unii producători numesc aceste produse program *"tools"* (unelte şi/instrumente), alţii le numesc *"shells"* (limbaje vide/schelet), iar alţii le numesc *"integrated environments"* (medii integrate).

Apreciem că nevoia de claritate impune definirea cât mai corectă a acestora, cu atât mai mult cu cât în alte limbi s-a introdus termenul de *"gènerateurs"* (generatoare).

În contextul preocupărilor noastre ne însuşim următoarea semnificaţie a termenilor:

- termenul de *limbaj* (engl. language) se referă la un translator de comenzi, scris într-o sintaxă specifică. Limbajul este componenta centrală a oricărui mediu de dezvoltare, la care se adaugă şi alte componente: cel puţin un motor de inferenţe, capabil să interpreteze şi să execute comenzile specifice. În funcţie de implementare, motorul de inferenţe oferă cel puţin una dintre strategiile de control ale raţionamentelor. Sub acest înţeles, LISP nu este un limbaj pentru sisteme expert, spre deosebire de PROLOG care poate fi considerat un aştfel de limbaj. Se pot scrie limbaje inteligente atât în LISP, cât şi în PROLOG, după cum multe sisteme expert au fost create în C++ sau în oricare dintre limbajele imperative. Timpul de dezvoltare, eficienţa, mentenabilitatea, portabilitatea şi viteza la execuţie sunt factori importanţi în selectarea unui limbaj pentru scrierea programelor inteligente;
  termenul de *instrument* (unealtă) se referă la un limbaj la care se adaugă unele programe utilitare pentru dezvoltarea, depanarea şi livrarea produselor program aplicative. Instrumentele pot include editoare de texte, editoare grafice, depanatoare, managere de fişiere şi chiar generatoare de cod. Asemenea instrumente sunt capabile să utilizeze mai multe paradigme într-o singură aplicaţie

de tip inteligent. În anumite cazuri, un instrument de dezvoltare poate fi integrat împreună cu programele utilitare într-un singur mediu, care se prezintă cu o interfață comună pentru utilizator. Această abordare minimizează nevoia ca utilizatorul să schimbe mediul pentru a executa o anumită sarcină. De exemplu, când un anumit instrument nu dispune de funcția de gestiune a fișierelor, utilizatorul trebuie să închidă sesiunea de lucru și să utilizeze această funcție de care dispune sistemul de operare;

- termenul de *mediu integrat* se referă la un mediu de dezvoltare a produselor program, care favorizează schimbul de date și/cunoștințe între programele utilitare din componența sa. Instrumentele care-l compun oferă utilizatorului inclusiv posibilitatea achiziției cunoașterii prin inducție, din baze de date și/tabele de calcul, generând codul corespunzător;
- termenul de *generator* (shell) se referă la un instrument cu scop special destinat anumitor tipuri de aplicații în care utilizatorul, cognotician sau expert, furnizează numai baza de cunoștințe, celelalte componente fiind asigurate de către generatorul însuși. *Generatoarele de sisteme expert* sunt medii de dezvoltare a sistemelor expert care se clasifică în două grupe: a) generatoare de sisteme cu scop general care, în structura lor, dispun de un limbaj de construire a sistemelor expert însoțit de alte instrumente; b) medii de dezvoltare extinse. Avantajul principal al generatoarelor constă în aceea că permit chiar și proiectanților neexperimentați să obțină un sistem expert rapid, iar prin rafinări succesive să ajungă la un sistem expert acceptabil. Generatoarele de sisteme expert impun, în mod esențial, metodele de reprezentare a cunoașterii și conțin un motor de inferențe prefabricat pentru accesarea unei baze de cunoștințe vidă.

9.5. TAXONOMIA SOFTWARE-LUI FOLOSIT LA CONSTRUIREA SISTEMELOR EXPERT

Din experiența informatică acumulată a rezultat următoarea clasificare, pe niveluri tehnologice, foarte utilă pentru orientarea în acest domeniu (fig. nr. 9.2):

- limbaje de programare;
- instrumente de sprijin și/ajutor în dezvoltare;
- generatoare de sisteme expert;
- medii hibride;
- medii specifice.

Scanned with OKEN Scanner

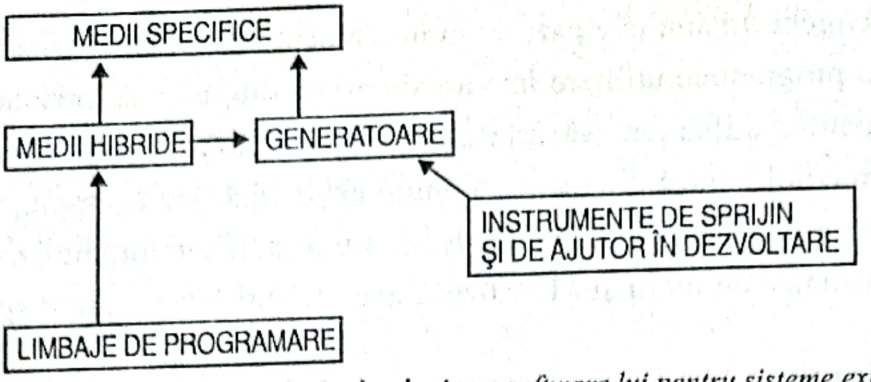


Fig. nr.9.2. *Ierarhia pe niveluri tehnologice a software-lui pentru sisteme expert*

Granițele dintre aceste niveluri tehnologice sunt adesea foarte vagi, însă această ierarhizare este foarte utilă în scop de instruire.

Mediile specifice sunt produse program aplicative (software package) de inteligență artificială, care se pot extinde, plecând de la un sistem expert specific unui domeniu. Aceste medii sunt rezultatul câtorva instrumente integrate descrise ca generatoare de sisteme[63]. Am văzut mai înainte că sistemele expert cărora le lipsesc componenta numită bază de cunoştinţe se numesc generatoare. Ele conțin numai motorul de inferențe, modulul explicativ, modulul de achiziție a cunoaşterii şi interfața de dialog. Cu mai multă exactitate se poate spune că generatoarele de sisteme expert sunt pachete de programe integrate, în care se regăsesc componentele majore ale unui sistem expert, preprogramate, cu excepția bazei de cunoştinţe. Programatorul şi/sau proiectantul trebuie să insereze, pentru a construi un sistem expert complet, numai cunoaşterea reprezentând expertiza.

Instrumentele de sprijin şi/ajutor în dezvoltare sunt cele care ajută la construirea numai a anumitor componente ale unui sistem expert. De pildă, ele pot ajuta la achiziția cunoaşterii, la validarea şi verificarea bazei de cunoştinţe, la construirea interfețelor cu alte produse program etc. Ele pot fi *instrumente de ajutor în proiectare* (AGE, ş.a.), *instrumente de achiziție a cunoaşterii* (TEIRESIAS, ROGET ş.a.) editoare pentru baza de cunoştinţe, instrumente pentru construirea explicațiilor, depanatoare etc.

Mediile hibride se compun din câteva instrumente de sprijin în dezvoltare şi limbaje de programare adecvate. Ele permit construirea mai rapidă a sistemelor expert, decât dacă s-ar utiliza numai limbaje de programare. Necesită însă programatori experimentați într-un mediu de prototipizare rapidă în care sunt capabili să construiască generatoare de sistem sau medii specifice. De exemplu, ART este un mediu hibrid, care

63 Turban, E., *Decision Support Systems and Expert Sustems: Management Support Systems* 3rd Edition, Macmillan, NY, 1993, p. 647.

conţine module cu care poate fi asamblat, rapid, un motor de inferenţe. Pe lângă acestea, un alt modul oferă o procedură de manipulare a incertitudinii, iar alt modul oferă proceduri de lucru cu probabilităţi după metoda Bayes. Cognoticianul va construi mai întâi motorul de inferenţe, pe care îl va utiliza în conjuncţie cu o bază de cunoştinţe la construirea unui sistem expert.

În privinţa limbajelor de programare am observat deja marea lor diversitate şi paradigmele specifice.

O altă taxonomie este practicată, din ce în ce mai frecvent, pentru generatoarele de sisteme expert, astfel:

- generatoare de sistem cu scop general;
- generatoare specifice domeniului.

Conform acesteia, cognoticianul trebuie să decidă, în funcţie de domeniul aplicativ, generatorul necesar care manipulează cel mai bine specificaţiile obţinute la proiectare, care ţine seama inclusiv de interfeţele cu alte sisteme.

Există şi o taxonomie a mediilor de dezvoltare de tip generator, după cum urmează:

- generatoare de sisteme expert pentru diagnostic;
- generatoare de sisteme expert pentru probleme de configurare;
- generatoare de sisteme expert pentru probleme de planificare şi/programare etc.

Toate acestea sunt generatoare sau medii specifice domeniului problemei, care pot include instrumente bazate pe reguli, un mecanism de inducţie şi/o componentă de verificare şi validare a cunoaşterii.

Asemenea medii sporesc eficienţa în utilizare a mai multor instrumente standard şi oferă sprijin în dezvoltare şi obţinerea interfeţelor de dialog. Aceste posibilităţi permit în final accelerarea dezvoltării sistemelor expert. Deşi în comerţ sunt disponibile puţine generatoare specifice, ele au aproape acelaşi preţ ca şi generatoarele de sistem cu scop general.

În tipologia generatoarelor de sisteme expert bazate pe reguli remarcăm:

- generatoare de dimensiune mică: EXSYS, VP-Expert, Level 5, CLIPS etc.;
- generatoare de dimensiune medie: EXSYS-Professional, GURU, KES 2.2, Nexpert, Personal Consultant Plus, Kappa-PC etc.;
- generatoare de mare dimensiune: ESE-IBM, S.1., AES, IMPACT, SYNTEL, ADS ş.a.;
- generatoare pentru inducţie de reguli: 1stClass, TIMM ş.a.

Scanned with OKEN Scanner

Şi mai actuală este opinia exprimată de P.C. Treleaven[64]. Acest renumit cercetător arată că software-ul pentru dezvoltarea sistemelor inteligente a ajuns la maturitate şi este de trei categorii:

1. Orientat pe aplicaţie (dedicat unui domeniu aplicativ);
2. Orientat pe algoritm (suportă unul sau mai mulţi algoritmi importanţi în motorul de inferenţe);
3. Cu scop general.

Mediile de dezvoltare orientate pe aplicaţie sunt destinate unor domenii cu specific economic sau pentru gestiunea întreprinderii, pe care profesioniştii le pot utiliza cu succes deoarece oferă o gamă largă de posibilităţi, au interfeţe excelente cu bazele de date, cu programele de calcul tabelar, cu alte programe externe pentru statistică sau pentru analiza datelor. Tabelul nr. 9.2. poate fi suficientă pentru toate cele trei categorii.

Mediile de dezvoltare orientate pe algoritmi suportă unul sau mai mulţi algoritmi, ceea ce le oferă o foarte bună flexibilitate şi uşurinţă în utilizare. Algoritmii sunt oferiţi sub formă de biblioteci de cod parametrizat, fapt care permite integrarea cu aplicaţiile utilizatorilor. Majoritatea algoritmilor sunt dintre cei specifici reţelelor neuronale (back-propagation şi self-organizing map) (vezi tabelul nr. 9.2)

Mediile cu scop general sunt kit-uri propriu-zise care conţin biblioteci de algoritmi, simulatoare, interfeţe GUI şi alte instrumente de programare. Ele sunt destinate programatorilor experimentaţi şi sunt renumite pentru flexibilitatea interfeţelor şi mecanismelor de control. Unele necesită chiar echipament specializat de genul calculatoarelor paralele (vezi tabelul nr. 9.2).

Pentru observarea comparativă a facilităţilor generale ale tuturor categoriilor de software utilizate în prezent considerăm reprezentativă tabelul nr. 9.1.

---

64 Goonatilake, S., Treleaven, P.C., *Intelligent Systems for Finance and Business*, John Wiley, Chichester, New York, 1996, p. 315-330.

Scanned with OKEN Scanner

Tabelul nr. 9.1. *Facilităţi generale oferite de categoriile de software pentru inteligenţa artificială*[65]

Facilitatea	Generatoare de sisteme	Limbaje de inteligenţă artificială	Medii de dezvoltare (ingineria cunoaşterii)
1. Know-how inteligibil	Da	-	-
2. Accesibile de către expert	Da	-	-
3. Pot fi folosite de către neprogramatori	Da	-	-
4. Interfaţă de dialog atractivă	Da	-	Da
5. Grafice sofisticate	-	-	Da
6. Cost iniţial mic	Da	Da	-
7. Executabile pe echipamente standard	Da	Da	-
8. Dezvoltare rapidă	Da	-	Da
9. Operează cu sisteme de mare dimensiune	Da	Da	Da
10. Oferă flexibilitate în programare	-	Da	Da
11. Folosesc la dezvoltarea sistemelor hibride	-	-	Da
12. Oferă instrumente de sprijin în dezvoltare	-	-	Da
13. Interfaţare uşoară	Da	Da	Da

Tabelul nr. 9.2. *Principalele categorii de software pentru dezvoltarea sistemelor inteligente de natura sistemelor neuronale, algoritmilor genetici şi sistemelor fuzzy în economie.*

Denumire software	Producator	Domeniul aplicativ
A. Software pentru reţele neuronale		
1. Orientate pe aplicaţie		
EAGLE	HNC Software	Detecţia fraudelor cu cărţi de credit
FALCON	HNC Software	Detecţia fraudelor cu cărţi de credit
FDS	Nestor	Sistem de detecţie a fraudelor
NeuForecast	Neural Computer Sciences	Predicţii cu serii de timp
2. Orientat pe algoritmi		
BrainMaker	California Scientific Software	Pachet software cu algoritm de tip Back-Propagation
Braincell	Promised Land Technologies	Sistem neuronal cu legături la programele de calcul tabelar de tip LOTUS si EXCEL
ExploreNet	HNC Software	20 de arhitecturi pentru sisteme neuronale
KnowledgeNet	HNC Software	Explicarea deciziilor luate cu ExploreNet
Neuralyst	Epic Systems Group	Sistem neuronal apelabil din EXCEL
NeuroWindows	World Systems Group	Instrument neuronal integrabil cu SGBD-

[65] Beerel, A., *Expert Systems in Business. Real World Applications*, Ellis Horwood Ltd, New York, 1993, p. 28-32.

Scanned with OKEN Scanner

		urile şi programele de calcul tabelar
Matlab	Mathworks Inc	Instrument neuronal pentru produse inteligente diverse
OWL Libraries	Hyperlogic	Bibliotecă neuronală cu 21 de algoritmi
3. Cu scop general		
ANSpec	SAIC	Produs Neuronal cu 13 module compatibil dBASE şi LOTUS
Galatea	Mimetics, UCL	Programare neuronală
IBM Neural Net Utility	IBM	Mediu neuronal care suportă Back-Propagation, SOM şi restricţii
Anza/Axon	HNC Software	Interfaţa GUI, limbaj de descriere a reţelelor şi paralelizor
NeuModel-NeuRun	Neural Computer Science	Aplicaţii neuronale diverse
NeuralWork	NeuralWare	Kit de dezvoltare a aplicaţiilor neuronale
B. Medii pentru algoritmi genetici[66]		
1. Orientate pe aplicaţie		
Evolver	Axcelis	Kit generator de algoritmi orientat pe programe de calcul tabelar cu aplicaţii de gestiune.
Omega	KiQ; CAP; Volmac	Kit pentru utilizarea algoritmilor genetici în aplicaţii financiare
PC/Beagle	Pathway Research	Extractor de reguli de producţie dintr-o bază de date cu exemple.
XpertRule GenAsy	Attar Software	Generator de sisteme expert cu algoritmi genetici încorporaţi
2. Orientate pe algoritmi		
EM	Universitatea Tehnică, Berlin	Bibliotecă de algoritmi evolutivi
Escapade	Universitatea din Dortmund	Mediu de dezvoltare cu algoritmi evolutivi
GAGA	University College, London	Generator independent cu algoritmi genetici pentru minimizarea funcţiilor de cost dificile
Gaucsd	UC San Diego	Software pentru algoritmi genetici în evaluarea funcţiilor
Genesis	The Software Partnership	Rutine @ sub formă de algoritmi genetici utilizabile pe scară largă.
Genitor	Colorado State Universiy	Pachet Software care implementează algoritmul Genitor (Whitley)
OOGA	The Software Partnership	Software pentru algoritmi genetici în LISP
3. Cu scop general		
EnGENer	Logica	Mediu aplicativ general
GAME	University College London	Mediu aplicativ general cu facilităţi paralele
GA Workbench	Cambridge Consultants	Sistem educaţional, dispune de GUI puternică
Micro GA	Emergent Behavior	Sistem pentru lucru cu obiecte scris în C++

66 Interesul pentru algoritmi genetici s-a răspândit rapid datorită aplicaţiilor posibile în finanţe (evaluări de credite) şi producţie (programarea producţiei).

Scanned with OKEN Scanner

Pegasus	German National Research Center	Kit scris în ANSI-C
Splicer	NASA Johnson & Mitre Corp.	Software pentru algoritmi genetici cu Kernel, biblioteci şi module funcţionale
C. Sisteme Fuzzy		
1. Orientate pe aplicaţie		
A-B Flex	Allen-Bradley	Aplicaţii în logica fuzzy
AIS	Adaptive Information Systems	Regăsirea informaţiei şi interogarea sistemelor
FuziCalc	FuziWare	Mediu de dezvoltare bazat pe calculul tabelar în aplicaţii financiar-contabile
2. Orientate pe algoritmi		
3. Cu scop general		
Fide	Aptronics	Sistem de dezvoltare a aplicaţiilor fuzzy în tehnologia electronică
FuzzyTECH	Inform Software	Mediu de dezvoltare a aplicaţiilor fuzzy
SieFuzzy	Siemens	Instrument de dezvoltare extensivă a aplicaţiilor
D. Medii hibride[67]		
Synergy	Prodeas	Mediu de programare vizuală cu posibilităţi de interconectare sub MS-Windows
Galaxy	Visix	Mediu de dezvoltare a sistemelor distribuite hibride, disponibil pentru platforme multiple: MS-Windows, UNIX, etc.
IntelliSphere	InferOne	Mediu de dezvoltare pentru integrarea procesării simbolice şi neuronale bazat pe neurOagenti, care funcţionează ca o bază de cunoştinţe.
Hansa Framework	European Community ESPRIT Project	Proiect de mediu de dezvoltare a aplicaţiilor inteligente hibride în domeniul bancar marketing şi de asigurări orientate pe obiecte.

Din punctul de vedere al echipamentului (platformei şi hardware) necesar credem că sunt suficiente precizările din tabelul nr. 9.3.

Tabelul nr. 9.3. *Cerinţe tipice pentru echipamente*

Echipament Mediu	**PC compatibil**	**Minicalculator**	**Staţie de lucru din reţea**	**Mainframe (Calculatoare mari)**
Generator de sistem	Da	Da	Da	Da
Limbaje de inteligenţă artificială	Da	Da	Da	-
Medii de dezvoltare	-	-	Da	-

[67] Specialiştii arată că este prematur să fie încadrate în cele trei categorii tradiţionale. Ele combină două sau mai multe tehnologii inteligente, folosite ca pe o strategie de soluţionare a problemelor complexe din domeniul financiar, procesarea limbajului natural şi fabricaţia automată.

Scanned with OKEN Scanner

Mediile de dezvoltare propriu-zise sunt recunoscute de specialişti prin faptul că oferă câteva metode de reprezentare a cunoaşterii şi strategii de control al raţionamentelor. Ele fac uz de reguli, cadre, reţele semantice, OOP, metareguli, mai multe tipuri de strategii, dispun de motoare de inferenţe, care funcţionează în regim prin tentative şi/nonmonotonie, folosesc mai multe tehnici de moştenire etc. De exemplu, DEXPER este un asemenea mediu de dezvoltare.

Mediile hibride sunt medii de dezvoltare, care permit obţinerea de sisteme expert complexe sau instrumente şi/generatoare complexe.

Iniţial, asemenea medii s-au dezvoltat pentru calculatoarele mari şi staţiile de lucru dedicate inteligenţei artificiale. În prezent sunt disponibile şi pentru calculatoarele personale. Cele mai reprezentative sunt:

- pentru calculatoare mari: ART, KEE, Knowledge Craft, KBMS, Aion Development System;
- pentru calculatoare personale: Goldworks II, Kappa-PC, Nexpert Object, ART-IM, KEYSTONE, KEE/PC, Personal Consultant Plus, Level 5 Object ş.a.

Mediile de dezvoltare sunt mai specializate decât limbajele de programare. Ele pot creşte productivitatea cognoticianului şi/expertului însă reclamă mai multă experienţă în programare decât generatoarele de sistem şi sunt mai flexibile. Mediile hibride din această categorie se bazează, în principal, pe două instrumente de bază (Smalltalk şi OPS) şi au câştigat deja o mare popularitate.

Mai nou, mediile hibride integrează reţele neuronale, algoritmi genetici şi regulile de producţie.

În toate cazurile, când se decide folosirea unui mediu şi/instrument de dezvoltare trebuie controlate, cu atenţie, toate posibilităţile oferite în ceea ce priveşte:

a) compatibilitatea hardware:
- pentru ce tip de staţie de lucru şi/platformă este disponibil?

b) compatibilitatea software:
- pentru ce sistem de operare funcţionează?

c) caracteristicile motorului de inferenţe:
- tipuri de căutări permise;
- tipuri de strategii de control autorizate;
- limitele în privinţa numărului regulilor;
- niveluri de recursivitate;
- strategii de rezolvare a conflictelor;

Scanned with OKEN Scanner

d) formalisme utilizate la reprezentarea cunoaşterii;
e) gestiunea cunoaşterii incerte şi/imprecise (modele de calcul al factorilor de certitudine);
f) mecanisme de explicare a raţionamentelor;
g) prezenţa demonilor;
h) caracteristicile variabilelor:
- tipuri permise (întreg, real, şir etc.);
- variabile multivaloare;
- variabile multidimensionale;
- număr de variabile autorizate;
i) posibilităţi de calcul cu funcţii predefinite;
j) număr de comenzi şi puterea acestora;
k) ergonomia interfeţelor de dialog:
- uşurinţa în utilizare;
- prezenţa meniurilor, ferestrelor, icoanelor etc.;
- eficienţa editoarelor încorporate;
l) ajutoare la dezvoltare:
- instrumente de trasare;
- depanatoare;
- generatoare automate ale bazei de cunoştinţe (motor de dezvoltare);
- instrumente de verificare a coerenţei şi integrităţii bazei de cunoştinţe etc.;
m) documentaţia şi asistenţa asigurate de firmă.

9.6. DEZVOLTAREA SISTEMELOR EXPERT CU MEDII ŞI INSTRUMENTE SPECIFICE

Există mai multe medii şi instrumente capabile să simplifice dezvoltarea unui sistem expert. De fapt, mulţi cognoticieni dezvoltă un sistem expert folosind unul sau mai multe medii şi/instrumente de dezvoltare comercializate. Ei adaugă numai cunoaşterea, reprezentând expertiza, obţinută de la experţi, depozitată în baza de cunoştinţe şi declanşează testările şi/rafinările necesare.

Un mediu şi/sau instrument de dezvoltare reflectă un anumit punct de vedere asupra cunoaşterii (reprezentare, organizare etc.) şi o metodologie specifică pentru construirea sistemelor expert. El poate orienta proiectantul către construirea unui sistem expert de tip diagnostic sau de alt tip, în conformitate cu paradigma implementată. O paradigmă specifică constituie o strategie pentru utilizarea cunoaşterii în scopul soluţionării unei clase de probleme. Fiecare paradigmă implică anumite proprietăţi în

Scanned with OKEN Scanner

proiectare pentru arhitectura sistemului expert, iar mediul şi/instrumentul include aceste proprietăţi în baza de cunoştinţe şi/motorul de inferenţe.

De exemplu, generatorul EXSYS Professional este un mediu de dezvoltare, care suportă construirea sistemelor expert bazate pe reguli în arhitectură backward-chaining şi forward-chaining. Aceasta reprezintă o restricţie întrucât generatorul restricţionează ceea ce ar dori cognoticianul să facă şi ceea ce va face sistemul expert construit. Pe de altă parte, EXSYS exploatează restricţiile sistemului în vederea îmbunătăţirii calităţii soluţiei şi puterii inferenţiale. Deoarece generatorul ştie ce cunoaştere este memorată în baza de cunoştinţe, detaliile raţionamentelor specifice motorului în organizarea şi controlul soluţionării problemelor, simplifică activităţile cognoticianului.

Fazele implicate în construirea unui sistem expert cu un mediu şi/sau instrument de dezvoltare sau generator de sisteme sunt (fig. 9.3):

a) utilizarea editorului de reguli şi/a motorului de dezvoltare la încărcarea bazei de cunoştinţe;
b) testarea bazei de cunoştinţe pe exemple sau cazuri specifice, folosind motorul de inferenţe. Se obţin fapte şi/reguli noi adăugate în baza de cunoştinţe, respectiv modificări ale acestora pe toată durata fazei de prototipizare;
c) procesul de testare se repetă până când sistemul satisface utilizatorii şi poate deveni operaţional;
d) activitatea de dezvoltare se întrerupe şi se trece la execuţia sistemului (exploatarea) la utilizator, cu ajutorul componentei *runtime*.

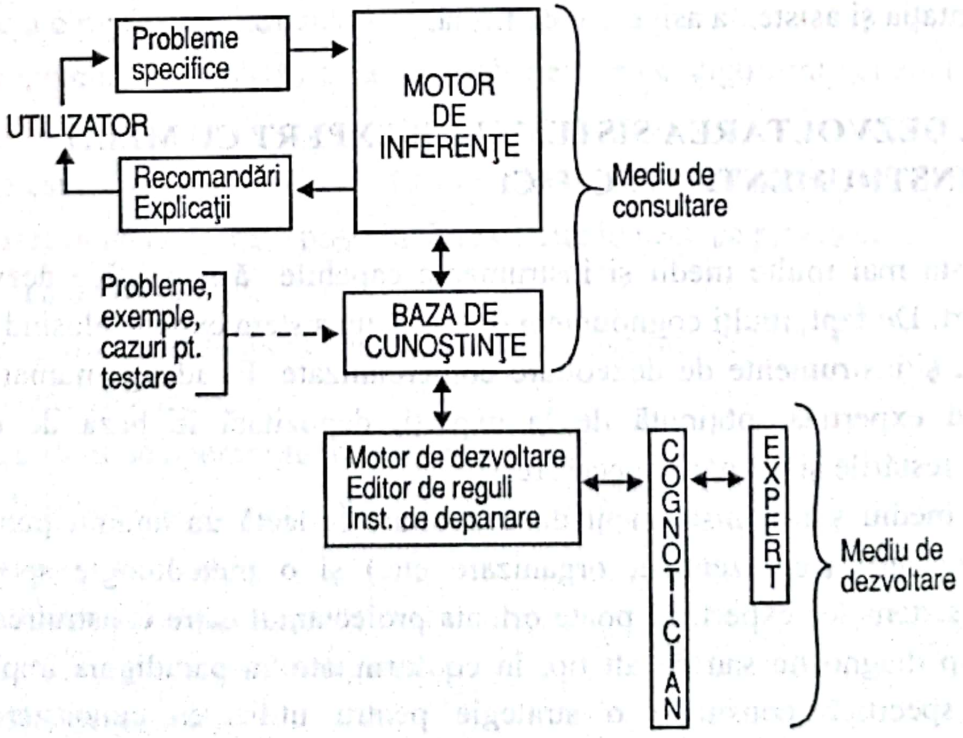


Fig. nr. 9.3. *Schema de construire a unui sistem expert cu medii şi instrumente de dezvoltare*

CAPITOLUL X

MEDII DE DEZVOLTARE SUB WINDOWS

Programele care imită expertiza umană au devenit profitabile în întreaga lume a întreprinderilor, motiv pentru care se înregistrează o creştere exponenţială a interesului pentru tehnologia sistemelor inteligente.

În scopul instruirii în această tehnologie am repartizat pe nouă capitole materia referitoare la problematica sistemelor expert. Capitolele se înlănţuiesc logic şi necesită studiul în strictă ordine.

După studiul atent al capitolelor I - IX trebuie să fiţi în măsură să elaboraţi o bază de cunoştinţe şi să dezvoltaţi un prototip de sistem expert cu ajutorul unui generator.

În continuare vom prezenta mediile de dezvoltare de tip generator de sisteme expert EXSYS Professional şi ESIEWin, cu toate caracteristicile sale şi exemple de aplicaţii pentru gestiune şi contabilitate.

Scanned with OKEN Scanner

10.1. EXSYS PROFESSIONAL – PREZENTARE GENERALĂ

EXSYS[68] este produsul unei companii americane şi a fost lansat pe piaţă încă din anul 1989. Cea mai recentă versiune a sa poartă numele EXSYS Professional şi funcţionează în medii grafice controlate cu WINDOWS 95, NT, Presentation Manager şi X-Windows.

EXSYS este destinat cu deosebire celor ce doresc să-şi creeze aplicaţii proprii foarte rapid. Are în structura sa două componente mari:

- generatorul propriu-zis sau editorul de reguli de producţie, pentru crearea şi/ modificarea unei baze de cunoştinţe;
- componenta RUNTIME sau "de consultare", care permite utilizarea bazei de cunoştinţe create anterior.

Se poate spune despre EXSYS că este un generator convivial, elaborat pentru calculatoare compatibile IBM PC/PS, care operează cu reguli de tipul IF-THEN-ELSE.

Are un motor de inferenţe capabil să funcţioneze după strategia de control înainte, strategia de control înapoi şi cea mixtă. Dispune de posibilităţi multiple de achiziţie a cunoaşterii, inclusiv pe căi probabilistice şi permite realizarea unor sisteme expert cu mii de reguli. Admite şi formule matematice şi/ logice, complexe, realizate cu operatori logici si relaţionali, care pot fi încorporate în reguli.

Editorul său de reguli lucrează şi cu reguli deja editate pe care le poate modifica sau şterge. În toate cazurile, EXSYS este capabil de verificarea şi validarea regulilor pe măsura introducerii lor în baza de cunoştinţe.

Schema simplificată de funcţionare a generatorului EXSYS se prezintă în fig. nr. 10.1.

[68] EXSYS Inc., 1720 Louisiana Blvd., Abuquerque, New Mexico, USA, 87110.

Scanned with OKEN Scanner

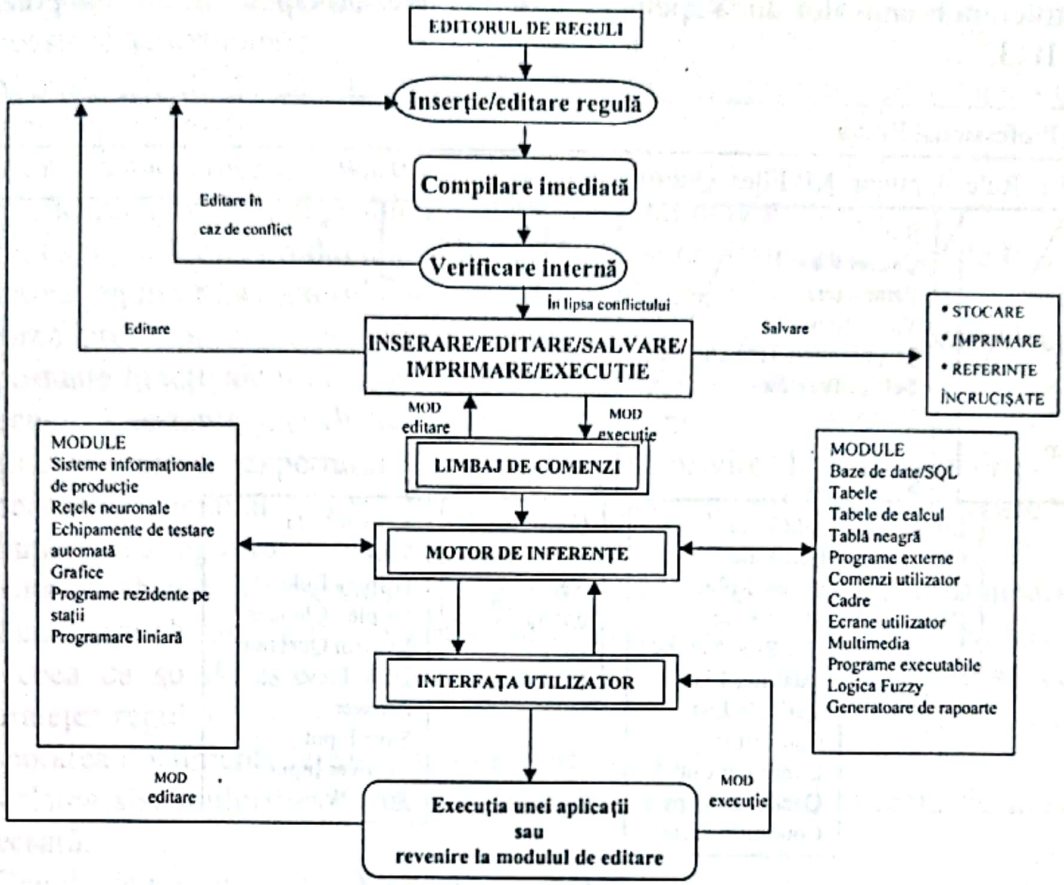


Fig. nr.10.1. *Schema funcţională a generatorului EXSYS*

În partea de sus a schemei se poate observa posibilitatea inserării şi/ editării regulilor cu ajutorul editorului de reguli EDITXS. După terminarea achiziţiei regulilor, acestea trec la compilarea automată, pentru traducere în limbaj maşină, apoi li se face verificarea consistenţei, iar dacă sunt în conflict cu alte reguli va fi solicitată reformularea lor. Dacă nici un conflict nu s-a constatat, utilizatorul proiectant dispune de 4 opţiuni:

- inserarea sau editarea unei noi reguli;
- salvarea tuturor regulilor pe disc sau alt suport;
- imprimarea regulilor împreună cu o listă a referinţelor încrucişate, dacă este cazul;
- execuţia setului de reguli.

Execuţia întregului set de reguli, specific unui prototip de sistem expert, se poate realiza în două moduri: modul editare şi modul execuţie.

În EXSYS, limbajul de comenzi organizat în meniuri conform schemei din fig. nr. 10.2 permite efectuarea tuturor tipurilor de operaţii asupra bazei de cunoştinţe specifice unui sistem expert în curs de realizare.

EXSYS Professional Editor
File Help

Fig. nr.10.2. *Schema meniului EXSYS la lansarea în execuţie*

Scanned with OKEN Scanner

Structura meniurilor după apelarea opţiunii New sau Open din File se prezintă în figura nr. 10.3.

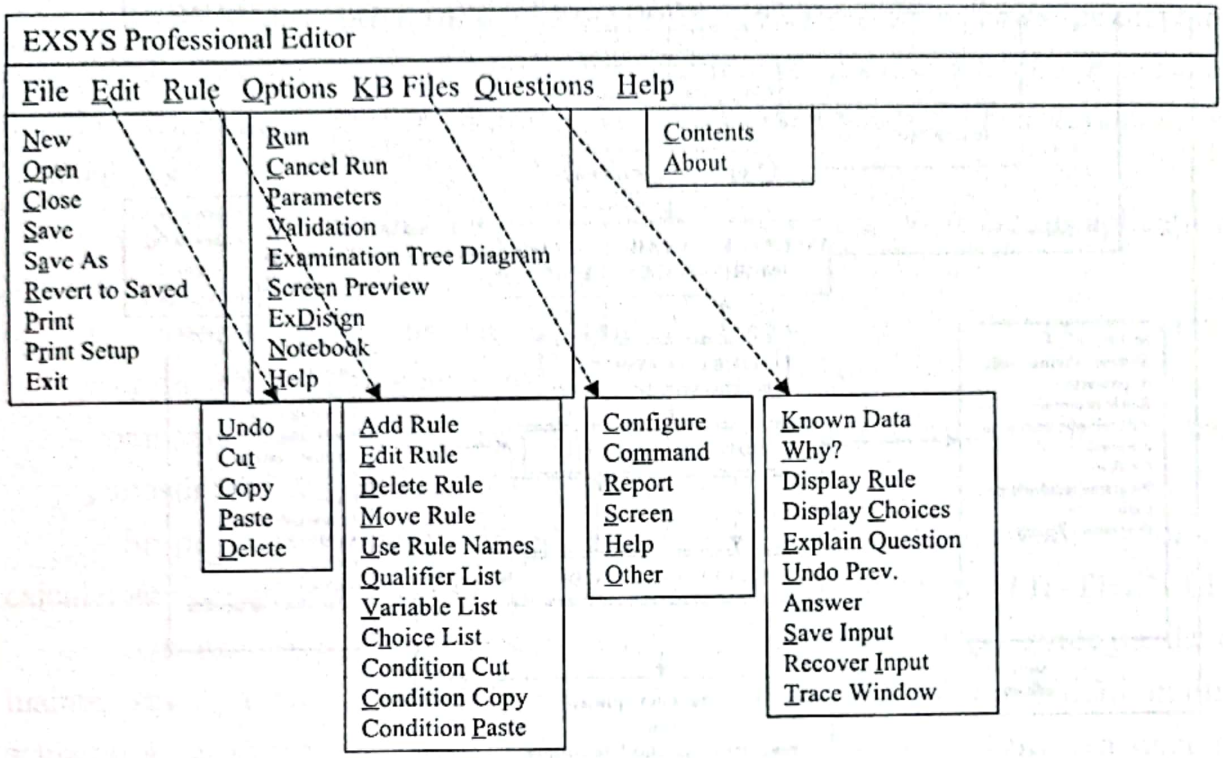


Fig. nr.10.3. *Structura meniurilor şi submeniurilor după deschiderea unei baze de cunoştinţe*

După lansarea motorului de inferenţe, controlul său se realizează cu interfaţa utilizator, deosebit de prietenoasă şi cu multiple posibilităţi de execuţie sau de editare.

Motorul de inferenţe este dotat cu mai multe module, care se pot conecta la diferite echipamente de verificare automată a mediului înconjurător: sensori, cadre, tablouri de date, sisteme de programare liniară, software de calcul tabelar (EXCEL, LOTUS 1-2-3), software pentru grafică, SGBD relaţionale, tablă neagră, sintetizator vocal şi orice programe externe (vezi figura nr. 10.1). Toate aceste module intră în acţiune la momentul oportun, conform dorinţei proiectantului şi/ utilizatorului. La rândul său, generatorul EXSYS poate intra în acţiune dacă este apelat de către un program extern sau o aplicaţie informatică de tip clasic.

În funcţie de posibilităţile sale, EXSYS permite un proces de achiziţie a cunoaşterii în 5 paşi:

- determinarea de către cognotician a subiectului bazei de cunostinţe şi identificarea unui expert în domeniu;
- descoperirea cunoaşterii de care dispune expertul, pe parcursul mai multor interviuri;
- cunoaşterea captată este formalizată în reguli de producţie, care fac obiectul bazei de cunoştinţe;
- se construieşte baza de cunoştinţe, prin una sau mai multe sesiuni de editare a regulilor;

- se testează baza de cunoştinţe astfel obţinută pentru a constata corectitudinea cunoaşterii achiziţionate.

Strâns legată de procesul de achiziţie a cunoaşterii, prototipizarea rapidă cu acest generator presupune paşii:

- procurarea pachetului software EXSYS Professional;
- identificarea domeniului problemei şi a expertului în domeniu;
- editarea regulilor de producţie, pe hârtie, în urma captării cunoaşterii de la expert;
- editarea regulilor cu ajutorul componentei EDITXS;
- crearea prototipului demonstrativ pentru sistemul expert, care execută cele mai importante funcţii ale problemei sau oferă o soluţie preliminară acceptabilă;
- executarea, testarea şi evaluarea bazei de cunoştinţe;
- obţinerea opiniei expertului în domeniu cu privire la corectitudinea captării expertizei; eventual expertul să comunice modificările necesare pentru îmbunătăţirea regulilor;
- reeditarea bazei de cunoştinţe pentru includerea tuturor propunerilor de îmbunătăţire obţinute de la expert şi/ utilizatori, până când sistemul expert execută tot ceea ce se doreşte. Orice modificări se vor retesta pentru a se confirma acurateţea regulilor;
- elaborarea documentaţiei sistemului expert astfel creat;
- instalarea sistemului la utilizator şi instruirea personalului, urmate de întreţinerea necesară.

Regula de producţie în EXSYS Professional are 6 componente:

IF <premisă>
THEN <concluzie-1>
ELSE <concluzie-2>
NOTE <comentariu>
REFERENCE <comentariu>
NAME <nume>

Ultimele 4 componente sunt opţionale. Partea de IF se creează prin combinaţii de calificatori şi valori asociate. Partea de THEN se creează prin combinarea unor opţiuni şi a unor probabilităţi, considerate factori de certitudine. EXSYS oferă cinci metode pentru valorile factorilor de certitudine: Yes/No, [0,10], [-100, +100], Incr / Decr, Costum Formula şi Fuzzy.

Limitele din stânga fiecărui interval înseamnă incertitudine absolută, iar cele din dreapta înseamnă certitudine absolută. Valorile intermediare indică factori de certitudine care recomandă acţiunea.

În cadrul unei reguli, dacă toate condiţiile unei premise sunt adevărate, atunci şi concluzia este adevărată, fapt care determină luarea regulii în atenţia motorului de inferenţe pentru execuţie. Enunţurile din partea de IF ca şi din celelalte părţi sunt fraze în engleză, în română sau chiar expresii matematice. Părţile THEN şi ELSE conţin soluţii posibile, pe care EXSYS le poate selecta. Soluţiile sunt prezentate printr-un enunţ urmat de probabilitatea redactată cu sintaxa **Confidence**=<n>, unde <n> este o valoare din intervalele scalelor prezentate mai sus. De exemplu: 8/10, 5/10 etc., în cazul scalei 0-10.

EXSYS preferă mai întâi să infereze cunoaşterea din alte reguli decât să o solicite de la utilizator. Acest tip de inferenţă este specific strategiei de control înapoi. Dacă

Scanned with OKEN Scanner

utilizatorul adresează întrebarea WHY? (de ce?), în timpul sesiunii de consultare, se vor afişa, ca explicaţie, regulile utilizate în lanţul inferenţial. Când se doresc mai multe detalii explicative se poate introduce semnul "?". Dacă o regulă s-a afişat, există posibilitatea întrebării de unde cunoaşte sistemul că enunţurile IF sunt adevărate, prin tastarea numărului liniei corespunzătoare unei condiţii. Se poate cere o explicaţie referitoare la una dintre expresiile matematice utilizate şi se obţine valoarea fiecărei variabile implicate.

În momentul în care sistemul expert ajunge la concluzia/soluţia problemei, el afişează o listă (în ordinea descrescătoare a probabilităţilor ataşate) a soluţiilor posibile. Se pot afişa chiar notiţe sau valori ale unor variabile evaluate de către sistem.

După afişarea soluţiilor, există posibilitatea schimbării unuia sau tuturor răspunsurilor utilizatorului pentru a se vedea efectul asupra soluţiilor.

Cognoticianul, în procesul de creare a unui sistem expert în EXSYS după introducerea numelui viitoarei baze de cunoştinţe trebuie să parcurgă următorii paşi:

- stabilirea parametrilor de lucru cu sistemul, ce cuprinde informaţii cu privire la: subiectul bazei de cunoştinţe (precizare obligatorie); numele autorului (precizare obligatorie), metoda de lucru cu factorii de certitudine, modalitatea de combinare a acestor factori de certitudine în cazul [-100,100]; textul de început, textul de sfârşit; numele programului extern; activarea afişării regulilor pe timpul execuţiei sistemului, modul de parcurgere a bazei de cunoştinţe, activarea/dezactivarea testării consistenţei unei noi reguli introduse; limita minimă de afişare a rezultatelor;
- introducerea scopurilor specifice bazei de cunoştinţe;
- introducerea calificatorilor, cu valorile asociate, cunoscuţi din analiza problemei;
- introducerea variabelelor sau formulelor cunoscute din analiza problemei;
- introducerea regulilor specifice reprezentării cunoaşterii;
- execuţia, testarea şi validarea prototipului de sistem expert.

Toate aceste răspunsuri sunt preluate din meniuri de tip "butoane radio", în rubrici corespunzătoare sau în ferestre special concepute pentru fiecare în parte. După completare se revine la macheta principală de lucru cu parametrii menţionaţi mai sus.

Parametrii de lucru se pot actualiza prin apelarea opţiunii Options Parameters, cu precizarea că modul de lucru cu factori de certitudine nu mai poate fi modificat după prima sa utilizare într-o regulă.

Pentru dezvoltarea unui sistem expert (comercial/prototip) proiectantul trebuie să cunoască foarte bine o serie de proceduri de operare cum sunt:

1. *procedura de creare a bazei de cunoştinţe,* care presupune în ordine operaţiile: introducerea calificatorului; introducerea valorilor calificatorului; crearea părţii de IF; crearea părţii de THEN; crearea părţii de ELSE (opţional); crearea părţii de NOTE (opţional); crearea părţii de REFERENCE (opţional); crearea părţii de NAME (opţional) şi vizualizarea corectitudinii regulei astfel creată;
2. *procedura de adăugare a variabilelor,* care presupune operaţiile: introducerea numelui variabilei; introducerea textului pentru funcţia variabilei; cum se decide sau nu afişarea variabilei la sfârşitul sesiunii de consultare şi cum se decide asupra afişării valorii variabilei;

Scanned with OKEN Scanner

3. *procedura de editare/modificare* a unei reguli, care are paşii: se selectează regula de editat; se selectează partea corespunzătoare din regulă; se tastează o comandă de editare; se determină condiţia de schimbat; selectăm opţiunea de schimbat; selectăm valoarea de ataşat opţiunii; verificăm modificarea făcută;
4. *procedura de mutare a unei reguli,* care se realizează prin operaţiile: selecţie început de regulă; selecţie sfârşit de regulă şi introducerea numărului regulei înaintea căreia are loc mutarea;
5. *procedura de ştergere a unei reguli* se realizează prin operaţiile: se introduce numărul regulei după apelarea opţiunii Delete Rule; se selectează butonul "Yes" pentru confirmarea ştergerii;
6. *procedura de imprimare* a sistemului expert presupune operaţiile: identificarea fişierului corespunzător de imprimat; se decide dacă se doreşte şi lista referinţelor încrucişate; se stabileşte modelul imprimării (listă continuă sau pagină A4); se determină destinaţia (imprimanta sau un fişier pe disc);
7. *procedura de execuţie(consultare) a sistemului expert creat* presupune operaţiile: lansarea în execuţie a generatorului EXSYS Professional; apelarea opţiunii File/Open; selectarea bazei de cunoştinţe de executat; selectarea opţiunii Options/Run; apariţia pe ecran a textului de început şi apăsarea butonului **Continue**; întreţinerea dialogului cu sistemul; afişarea textului de sfârşit şi apăsarea butonului **Continue** urmată de citirea rezultatelor;
8. *procedura de salvare şi ieşire* din generatorul de sisteme expert se prezintă astfel: (după execuţie) se apelează opţiunea File/Save sau File/Close şi se răspunde afirmativ/negativ la întrebările puse de generator cu privire la salvarea bazei de cunoştinţe sau atribuirea unei parole;
9. *procedura de regăsire a unei baze de cunoştinţe* presupune aceleaşi comenzi utilizate la creare, cu precizarea că se utilizează File/Open în loc de File/New.
10. Alte proceduri: procedura de creare ecrane de lucru, procedura de realizare rapoarte, procedura de testare-validare; procedura de examinare a arborelui de căutare (Tree Diagram) etc.

Notă: *Pentru o bază de cunostinţe cu mai mult de 50 de reguli trebuie să dispuneţi de versiunea completă a generatorului EXSYS Professional.*

EXSYS dispune şi de un generator de rapoarte, care poate fi utilizat pentru controlul ieşirilor de tip date şi/informaţii, respectiv a soluţiilor oferite de sistemul expert, ca rezultate ale sesiunii de consultare. Ieşirile pot fi imprimate dacă imprimanta este pregătită de lucru. Comenzile acestui generator de rapoarte se referă la ce se va imprima şi când anume.

Notă: *Toate aceste proceduri sunt puse de noi în evidenţă prin lecţiile EXSYS Pro 1-5 din prezentul capitol.*

10.2. LECŢII DE INSTRUIRE

10.2.1. Noţiuni introductive

Înainte de a dezvolta un sistem expert cu ajutorul generatorului EXSYS Professional se recomandă o scurtă informare aupra noţiunilor mai importante. Astfel, considerăm utilă cunoaşterea următoarelor aspecte:

Scanned with OKEN Scanner

- Sistemele expert generate cu EXSYS Professional conţin fapte individuale încorporate în piese de cunoaştere pentru luarea deciziilor. Aceste piese sunt folosite în reprezentarea cunoaşterii cu ajutorul metodei **regulilor de producţie**.
- Regulile sunt de forma **IF-THEN-ELSE**, însă cea mai folosită formă utilizată este **IF-THEN**. Prezentăm spre exemplificare regulile din figura nr. 10.4.

RULES:
IF Ciclul de viaţă al produsului este creştere
THEN Micşorează cheltuielele de publicitate.

IF Ciclul de viaţă al produsului este lansare
THEN Măreşte cheltuielele de publicitate.
ELSE Micşorează cheltuielile de publicitate.

Fig. nr. 10.4. *Exemple de reguli de producţie dezvoltate cu generatorul EXSYS*

- Sistemele expert se folosesc pentru a ajunge la o concluzie, o soluţie sau la o recomandare. EXSYS Professional utilizează pentru aceste concluzii/recomandări noţiunea de **CHOICES** (alternative - scopuri). În exemplele de mai sus **Micşorează cheltuielile de publicitate** şi **Măreşte cheltuielile de publicitate** reprezintă **CHOICES** pentru sistemul expert şi se regăsesc în partea de THEN/ELSE.
- La execuţia regulilor în vederea obţinerii concluziilor /recomandărilor sunt necesare răspunsuri, ce vor fi preluate de la utilizatori prin interfeţe specializate sau prin interfeţe cu alte programe externe. Aceste cunoştinţe ale sistemului sunt stocate şi ulterior evaluate prin intermediul regulilor.
- Dacă premisa din partea de IF a unei reguli este adevărată se vor activa piesele de cunoaştere aferente părţii THEN, în caz contrar se va activa partea de ELSE cu piesele de cunoaştere aferente. În cazul în care partea de ELSE lipseşte se va trece la următoarea regulă din arborele decizional.
- EXSYS utilizează două tipuri de fapte (piese de cunoaştere): **calificatori** (QUALIFIERS) şi **variabile** (VARIABLES).
- **Calificatorii** sunt acele piese de cunoaştere care permit utilizatorului selectarea uneia sau mai multor valori dintr-o listă predefinită de către echipa formată din experţi şi cognotician. Ca regulă generală, atunci când se creează un calificator se va avea în vedere prezentarea piesei de cunoaştere sub forma unui text care să se termine cu un verb. **Spre exemplu**, dacă vom dezvolta un sistem expert pentru un plasament financiar va trebui să se deţină informaţii cu privire la nivelul inflaţiei. Astfel, va trebui să creăm un calificator de forma: "Inflaţia în România este:" 1. Târâtoare 2. Galopantă 3. Nu ştiu.

Textul "**Inflaţia în România este:**" formează corpul calificatorului, iar tipul de inflaţie **1, 2** sau **3** reprezintă valorile acestuia.

Trebuie să precizăm că tehnica utilizării **calificatorilor** este foarte des utilizată în realizarea sistemelor expert, deoarece permite preluarea răspunsurilor de la utilizator, foarte rapid şi într-un mod unitar, determinând o bună flexibilitate în dezvoltarea sistemelor expert.

- **Variabilele** permit utilizatorului introducerea unor valori numerice sau de tip şir sau pot fi preluate, prin interfeţe specializate, din produse-programe/aplicaţii externe sau chiar elemente de Hypertext. Pentru orice variabilă **nou creată** trebuie să se aibă în vedere faptul că aceasta trebuie definită în prealabil. Este foarte important de cunoscut

Scanned with OKEN Scanner

acest lucru deoarece textul care realizează descrierea este preluat şi prezentat utilizatorului în completarea mesajului standard "Please input a value for the variable". O variabilă poate fi **utilizată** în oricare dintre părţile unei reguli de producţie. Numele unei variabile se **scrie** între paranteze drepte, iar mesajul ataşat explicitèază acest nume.

- Schema cadru de lucru cu piesele de cunoaştere o prezentăm în figura nr. 10.4.

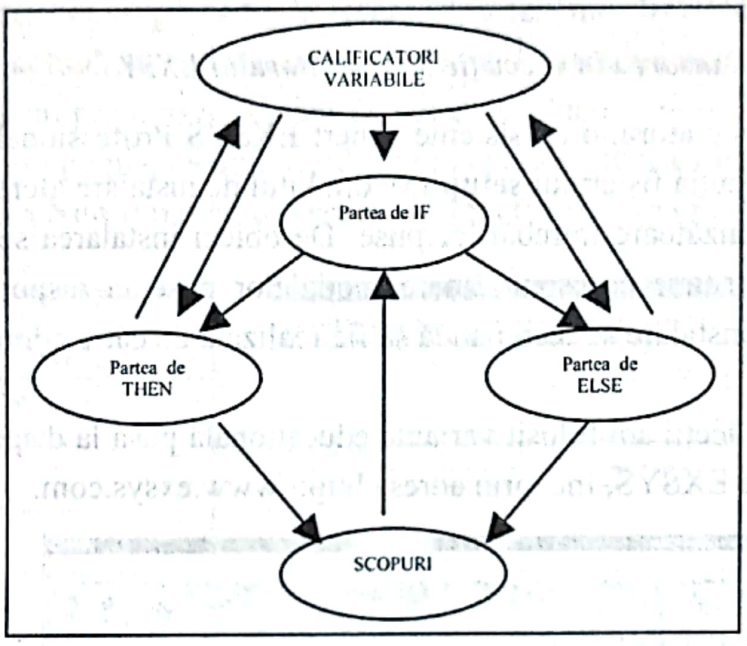


Fig. nr.10.4. *Schema de lucru cu piesele de cunoaştere în cadrul unei reguli*

- **Exemple de calificatori.** În cele prezentate de noi în lecţiile următoare există un calificator care face referire la ciclul de viaţă a unui produs. **Corpul** calificatorului este "Ciclul de viaţă este", iar **valorile** sale ar putea fi: 1. lansare 2. creştere 3. maturitate 4. declin. Acest calificator se prezintă astfel:

Ciclul de viaţă este
1. lansare
2. creştere
3. maturitate
4. declin
5. nu ştiu

Cu aceeaşi formă se poate prezenta şi calificatorul aferent prototipului de sistem expert creat pentru domeniul inflaţiei.

- **Exemple de variabile.** Variabilele IPC, SC, V şi C, însoţite de descrierile lor pentru aceleaşi domenii se prezintă astfel:

[IPC] Indicele preţurilor de consum
[SC] Denumirea societăţii
[V] Venituri
[C] Cheltuieli

10.2.2. Lecția nr. 1: Construirea unei baze de cunoștințe

Ne propunem să abordăm în această lecție principalele aspecte cu privire la modul de instalare și lansare în execuție, crearea unei baze de cunoștințe și utilizarea acesteia.

10.2.2.1. Instalarea și lansarea în execuție a generatorului EXSYS

Instalarea generatorului de sisteme expert EXSYS Professional se realizează în mod obișnuit prin execuția fișierului **setup.exe** din kitul de instalare aferent și prezentarea de răspunsuri corespunzătoare întrebărilor puse. De obicei instalarea se finalizează prin crearea unui set de icoane corespunzătoare modulelor puse la dispoziție de pachetul EXSYS. Operația de instalare se recomandă să fie realizată de către adminstratorul rețelei de calculatoare.

Pentru aceste lecții am folosit varianta educațională pusă la dispoziție pe Internet de firma producătoare EXSYS, Inc. prin adresa http://www.exsys.com.

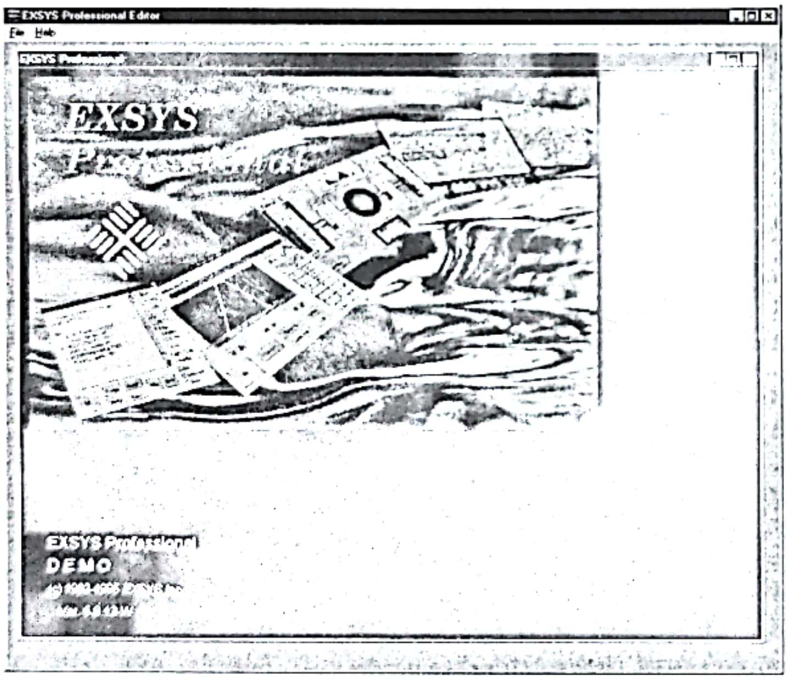


Fig. nr.10.5. *Ecran de prezentare a generatorului EXSYS Professional*

Lansarea în execuție a generatorului EXSYS Professional se realizează numai după instalarea pachetului de programe aferent acestuia. După instalare se poate proceda la crearea unei icoane pe ecranul de lucru Windows. Aceste elemente sunt deja parcurse de către administratorul de rețea. Ca utilizatori nu ne rămâne decât să poziționăm mouse-ul pe această icoană și să dăm de două ori clic. Ecranul de prezentare a EXSYS – ului se prezintă în figura nr. 10.5.

Scanned with OKEN Scanner

10.2.2.2. Crearea unei baze de cunoştin ţe

Ne propunem să creăm un prototip de sistem expert pentru a evalua oportunitatea majorării, diminuării sau nemodificării bugetului de cheltuieli de reclamă şi publicitate. Prototipul se va numi **SYSMARK** având în vedere subiectul bazei de cunoştinţe. Din acest moment se poate proceda la **crearea unei noi baze de cunoştinţe** ori la **consultarea sau actualizarea celei deja existente**. În varianta în care vom crea o bază de cunoştinţe pentru un prototip de sistem expert de evaluare a viitoarelor fonduri necesare promovării imaginii pe piaţă a unui produs vom apela opţiunea **File** din meniul orizontal, urmată de opţiunea **New** din meniul vertical aferent (vezi figura nr. 10.6.).

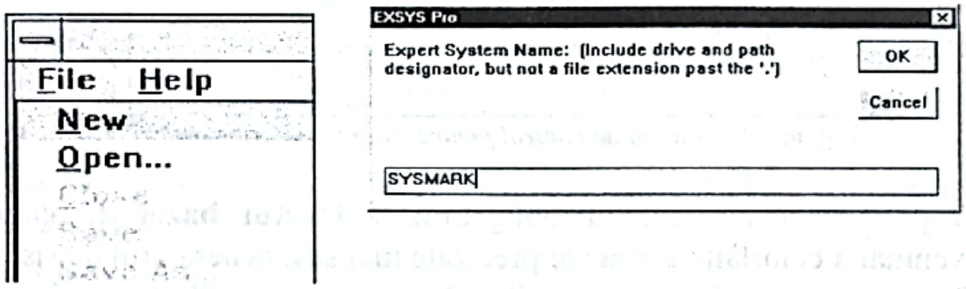


Fig. nr.10.6. *Crearea bazei de cunoştinţe SYSMARK. Declararea numelui*

În fereastra precedentă se va introduce numele bazei de cunoştinţe SYSMARK. Dacă SYSMARK ar fi existat, cu ajutorul opţiunii **Open** din meniul vertical aferent opţiunii **File** se putea deschide baza de cunoştinţe cu numele SYSMARK.RUL.

În situaţia în care baza de cunoştinţe se creează pentru prima dată, se va activa o fereastră prin care se dă posibilitatea stabilirii parametrilor de lucru. Această fereastră poate fi numită panou de control. Pentru SYSMARK panoul de control se prezintă în figura nr. 10.7.

Informaţiile minimale pe care trebuie să le avem în vedere la generarea unei baze de cunoştinţe le regăsim în următoarele etape obligatorii de parcurs pentru a putea trece de această machetă: **subiectul** bazei de cunoştinţe şi **autorul** acesteia. Tot în acest panou de control vom putea preciza: metoda de lucru cu factorul de certitudine pentru scopuri, modalitatea de parcurgere a bazei de cunoştinţe, activarea/dezactivarea afişării regulilor pe parcursul execuţiei, activarea/dezactivarea testării noilor reguli cu privire la maniera în care completează baza de cunoştinţe, textul de afişat la începutul consultării bazei de cunoştinţe şi cel de sfârşit, precum şi limita minimă de la care se afişeză factorii de certitudine aferenţi scopurilor.

Scanned with OKEN Scanner

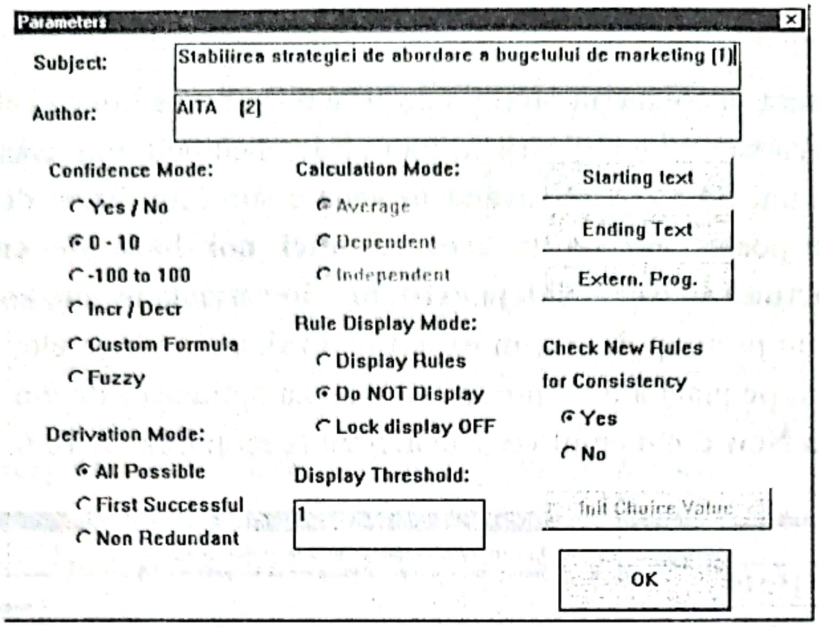


Fig. nr.10.7. *Panou de control pentru stabilirea parametrilor*

După precizarea elementelor obligatorii, **subiectul bazei de cunoştinţe** şi **autorul**, şi eventual a celorlàlte elemente precizate mai sus, generatorul de sisteme expert EXSYS PRO va trece la preluarea scopurilor. Mesajul pe care îl primim în acest caz şi macheta prin care se preia un scop nou se prezintă în figura nr. 10.8.

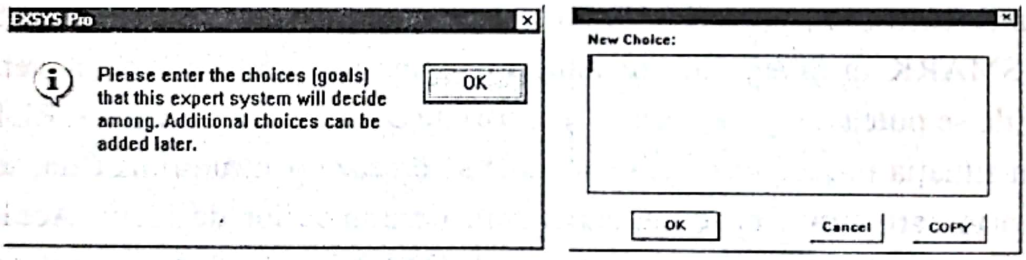


Fig. nr.10.8. *Fereastră de iniţializare a declarării scopurilor*

Introducerea unui scop se face prin preluarea directă de la tastatură. În cazul nostru vom avea trei **scopuri**:

1. majorare cheltuieli publicitare
2. diminuare cheltuieli publicitate
3. buget publicitate echilibrat.

În fereastra **New Choice** se scrie de la tastatură primul scop **"majorare cheltuieli publicitare"**, după care se activează butonul OK. În mod similar se procedează şi cu celelalte scopuri. Se obţine, astfel, o nouă fereastră cu cele trei scopuri (vezi figura nr. 10.9.).

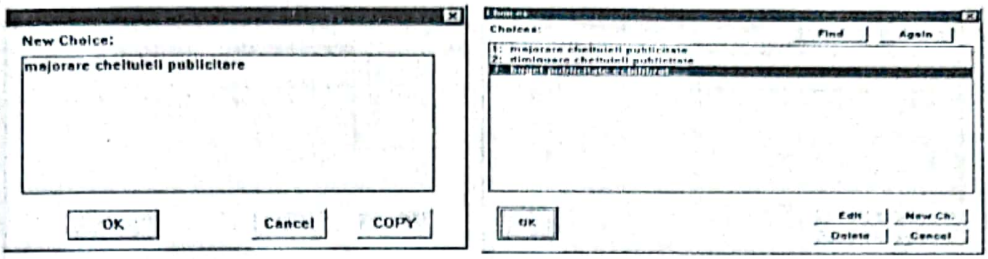


Fig. nr.10.9. *Declararea scopurilor*

Notă: În caz că nu se doreşte salvarea scopului curent, înainte de a tasta OK, se şterge cu tasta **Delete** sau ← cuvântul dorit sau se dă clic pe scop şi se activează butonul **Cancel**.

După introducerea celor trei scopuri se poate trece la construirea primei reguli. Din experienţa noastră şi respectând principiile general valabile proiectării de produse informatice recomandăm ca pe baza analizei problemei de soluţionat să se procedeze la introducerea tuturor pieselor de cunoaştere (scopuri, calificatori şi variabile) specifice generatorului EXSYS Professional.

Din analiza sumară a domeniului şi a problemei de rezolvat avem următoarele piese de cunoaştere:

Scopuri:

1. majorare cheltuieli publicitare;
2. diminuare cheltuieli publicitate;
3. buget publicitate echilibrat.

Calificatori:

1. Situaţia financiară este: foarte bună, bună, satisfăcătoare, rea;
2. Etapa corespunzătoare ciclului de producţie al produsului este: lansare, creştere, maturitate, declin;

În acest mic exemplu nu vom avea variabile, dar vom prezenta o tabelă decizională ce va sta la baza scrierii regulilor de producţie.

Tabelul nr. 10.1. *Tabelă decizională pentru stabilirea scopurilor*

Calificatori		Etapa corespunzătoare ciclului de viaţă este			
	Valori	lansare	creştere	maturitate	declin
Situaţia financiară	Foare bună	M / 10	M / 8	M / 6	E / 5
	Bună	M / 8	M / 6	E / 7	E / 3
	Satisfăcătoare	M / 6	E / 9	E / 7	D / 5
	Rea	M / 4	E / 10	E / 7	D / 10

în care: M – Majorarea, D – Diminuarea, E – Buget echilibrat

Vom parcurge în cele ce urmează etapele necesare declarării listei de calificatori, după care vom învăţa să construim reguli. Ecranul de lucru se prezintă în figura nr. 10.10.

Scanned with OKEN Scanner

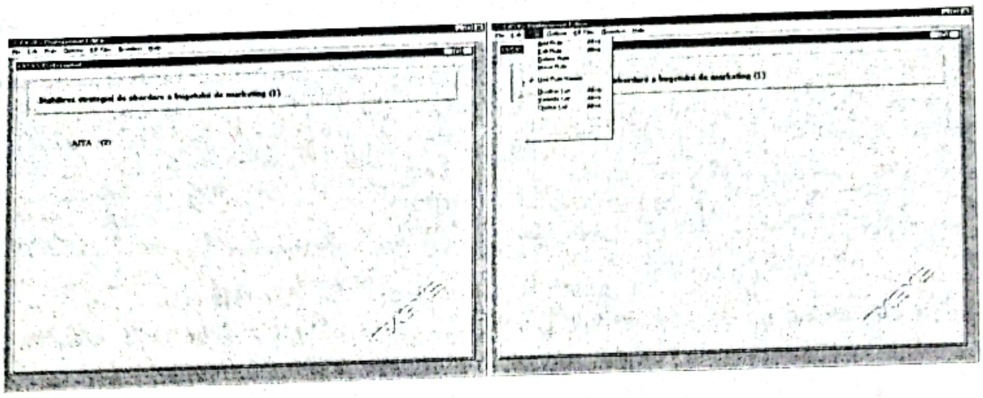


Fig. nr.10.10. *Ecran de selecţie în vederea adăugării unei piese de cunoaştere*

Din meniul principal selectăm opţiunea **Rule**. În meniul vertical asociat acestei opţiuni avem posibilitatea să lucrăm cu oricare piesă de cunoaştere prin intermediul opţiunilor **Qualifier List, Variable List** şi **Choices List** (vezi figura nr. 10.10., ecranul din dreapta).

Noi vom avea de adăugat un calificator, deci opţiunea apelată va fi **Qualifier List**. Fereastra de lucru cu calificatori se prezintă în figura nr. 10.11.stg. Pentru a adăuga un nou calificator activăm butonul **New Qual.** Ecranul de lucru va deveni cel din figura nr. 10.11.dr.

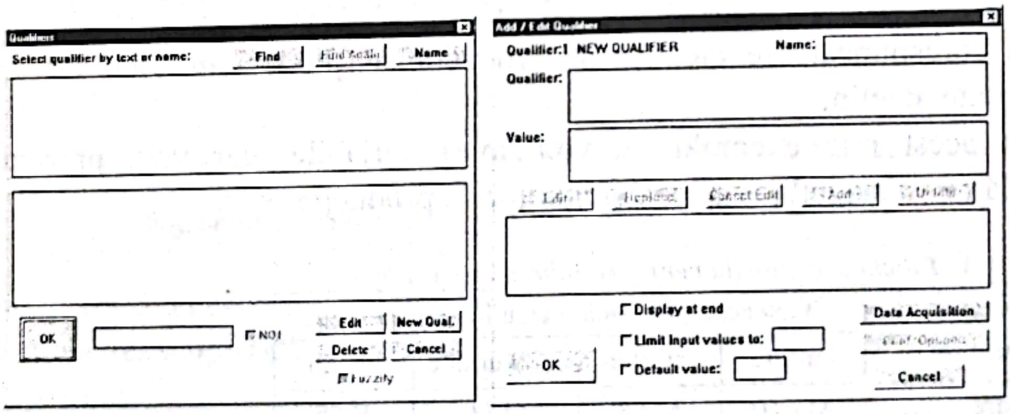


Fig. nr.10.11. *Ecrane pentru introducerea unui calificator*

Corpul calificatorului va fi introdus în rubrica corespunzătoare lui **Qualifier**, iar valorile, pe rând, în rubrica corespunzătoare lui **Value**.Prin activarea butonului **Add** valoarea curentă se adaugă listei de valori aşa cum se prezintă în figura nr. 10.11.stg.

Scanned with OKEN Scanner

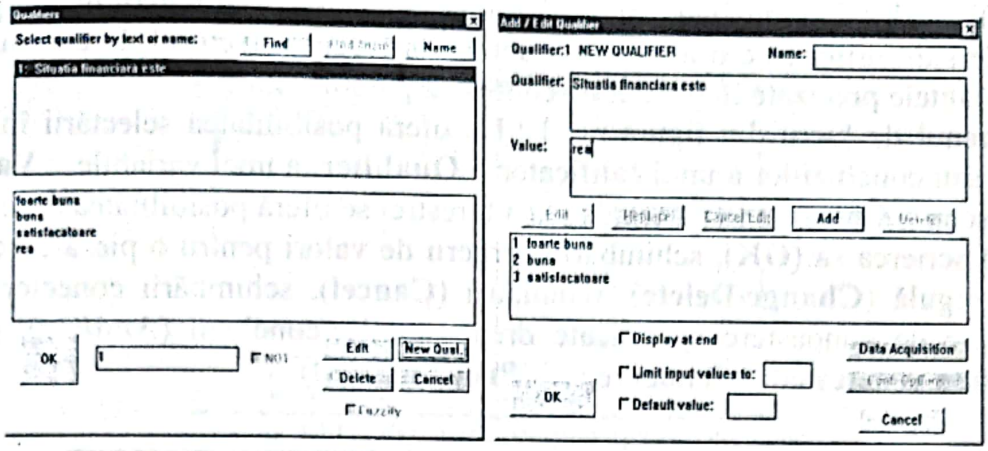


Fig. nr.10.12. *Ecrane de lucru cu valori pentru un calificator*

La terminarea introducerii valorii "rea" se activează butonul **OK** şi datele se transferă ecranului precedent (cel prezentat în figura nr. 10.11.stg.). Ecranul din figura nr. 10.12.dr. conţine forma finală a calificatorului nr. 1 introdus de noi. În mod similar se procedează pentru introducerea şi celui de-al doilea calificator.

Pe baza tabelei decizionale prezentate mai sus vom proceda la construirea regulilor. Astfel, din meniul ataşat opţiunii **Rule** vom apela opţiunea **Add Rule**. Ecranul de lucru se prezintă în figura nr. 10.13.

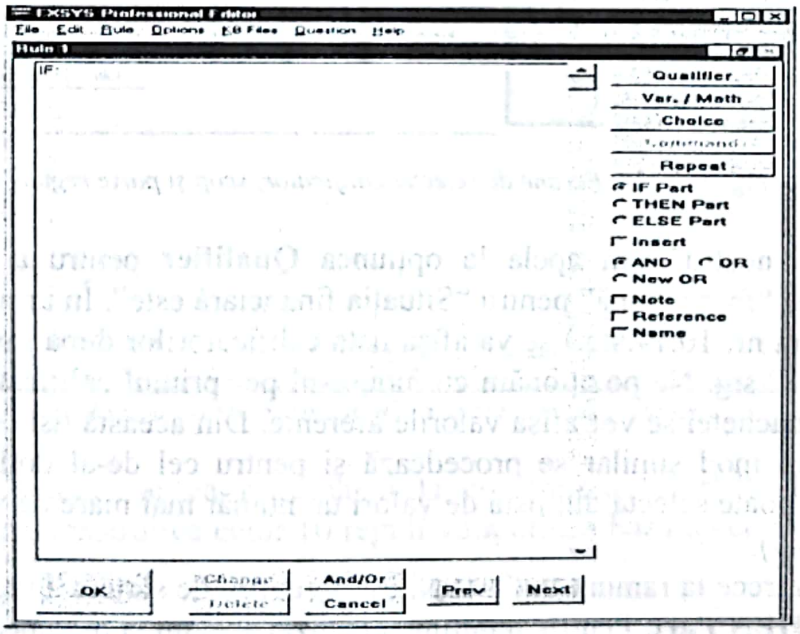


Fig. nr.10.13. *Ecran de lucru pentru construirea unei reguli*

Aşa cum am precizat mai sus, o regulă este formată din partea de premisă (IF) şi partea de concluzii (THEN/ELSE). Acestea din urmă se pot prezenta numai cu THEN. În categoria **premiselor** putem avea piese de cunoaştere sub forma calificatorilor, variabilelor şi chiar scopuri (pentru cazul în care se doreşte testarea nivelului atins de factorii de

certitudine). Aceleaşi componente se regăsesc şi în categoria **concluziilor,** cu precizarea că scopurile sunt urmate de o atribuire a unei valori pentru factorul de certitudine după una din variantele precizate în panoul de control al parametrilor.

Ecranul de lucru din figura nr. 10.13. oferă posibilitatea selectării în categoria premiselor sau concluziilor a unui calificator – **Qualifier**, a unei variabile – **Var. / Math** sau a unui scop – **Choice**. În partea de jos a ferestrei se oferă posibilitatea acceptării unei reguli după scrierea sa (**OK**), schimbării/ştergerii de valori pentru o piesă de cunoaştere inclusă în regulă (**Change/Delete**), renunţării (**Cancel**), schimbării conectorilor logici dintre piesele de cunoaştere specificate drept premise/concluzii (**And/Or**), precum şi vizualizarea în vederea editării unei reguli (**Prev** sau **Next**).

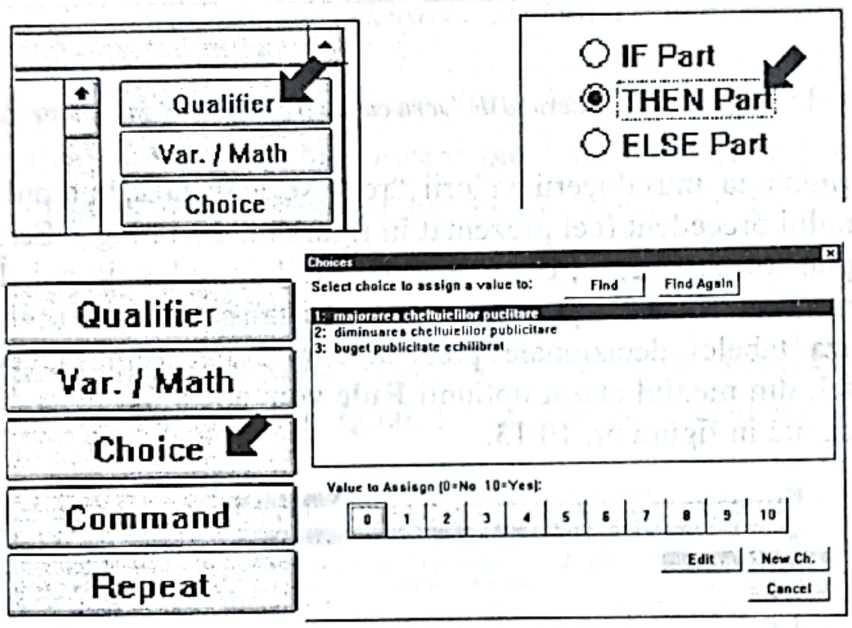


Fig. nr.10.14. *Ecrane de selecţie calificator, scop şi parte regulă*

În cazul nostru vom apela la opţiunea **Qualifier** pentru a prelua în cadrul premisei valoarea "foarte bună" pentru "Situaţia financiară este". În urma activării acestui buton (vezi figura nr. 10.14.stg.) se va afişa lista calificatorilor după macheta prezentată în figura nr. 10.12.stg. Ne poziţionăm cu mouse-ul pe primul calificator, caz în care în partea de jos a machetei se vor afişa valorile aferente. Din această listă selectăm valoarea "foarte bună". În mod similar se procedează şi pentru cel de-al doilea calificator, cu precizarea că se poate selecta din lista de valori un număr mai mare de valori după logica Windows (Shift-↓).

Pentru a trece la ramura lui THEN, din fereastra de scriere a regulii se selectează butonul radio **THEN Part**. Pentru a defini concluzia apelăm la opţiunea **Choice** aşa cum se vede în figura nr. 10.14,stg. jos. Noua fereastră obţinută se prezintă în figura nr. 10.14.dr. jos. Ne poziţionăm pe primul scop **majorarea cheltuielilor publicitare** şi selectăm din şirul de valori de pe scala **0-10** valoarea **10**. După selectarea valorii se revine la partea lui THEN. Dacă dorim ataşarea unor notiţe, referiri bibliografice sau un nume pentru regula construită se poate apela la cele trei butoane de control aferente, când se va activa o fereastră cu numele apelat şi se va scrie textul dorit (vezi figura nr. 10.15.).

Scanned with OKEN Scanner

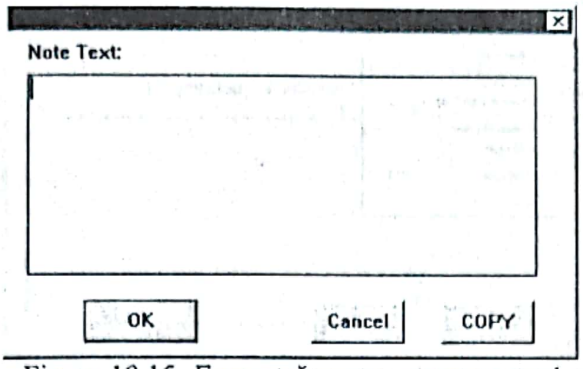


Fig. nr.10.15. *Fereastră pentru ataşarea unei note*

În cazul în care se justifică apariţia lui ELSE, atunci se va activa butonul radio ELSE Part şi se va proceda în mod similar. Forma finală a regulii nr. 1 se prezintă în figura nr. 10.16.

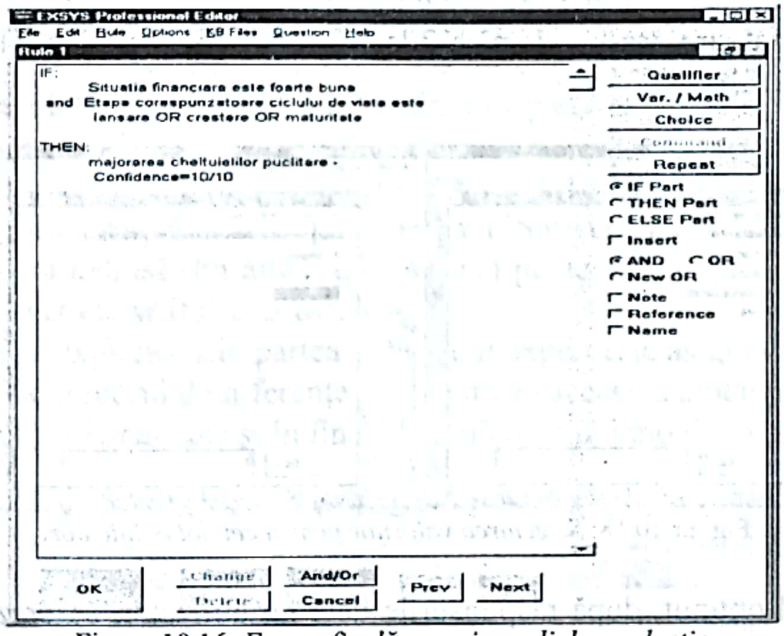


Fig. nr.10.16. *Forma finală a unei reguli de producţie*

În mod similar se va proceda şi la construirea celorlalte reguli din tabela decizională. După construirea celor 10 reguli vom utiliza baza de cunoştinţe obţinută pe un caz concret.

10.2.2.3.Lansarea în execuţie a bazei de cunoştinţe SYSMARK

Lansarea în execuţie se realizează cu ajutorul opţiunii **Options** din meniul principal, care activează un meniu vertical cu opţiunea **Run**.

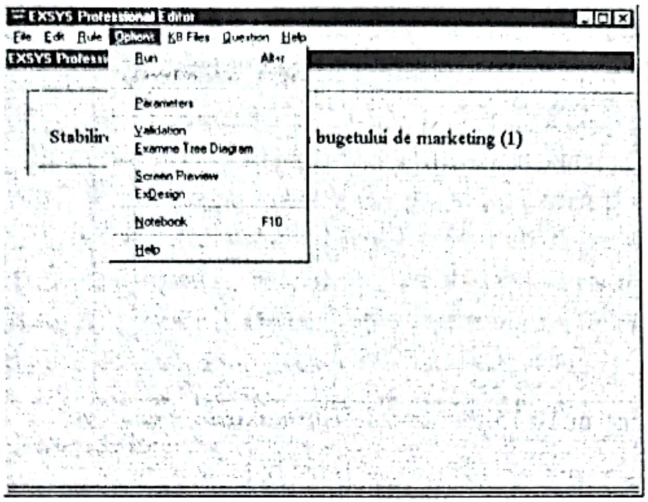


Fig. nr.10.17. *Selectarea opţiunii* ***Run***

Odată apelată această opţiune se va activa un ecran cu primul calificator în care va trebui să precizăm cazul în care suntem, sau chiar mai multe cazuri. De exemplu, putem răspunde cu 1 sau cu 1 şi 3. Se poate folosi şi mouse-ul, caz în care selectăm direct valoarea corespunzătoare. Răspundem cu 2 la primul calificator şi cu 3 la cel de-al doilea (vezi figura nr. 10.18.).

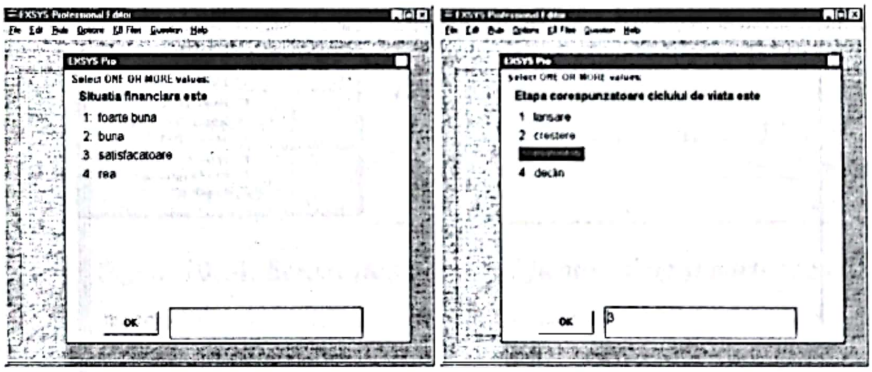


Fig. nr.10.18. *Selectarea valorilor pentru cei doi calificatori*

Rezultatul obţinut, după răspunsurile date de utilizator, se prezintă în figura nr. 10.19.

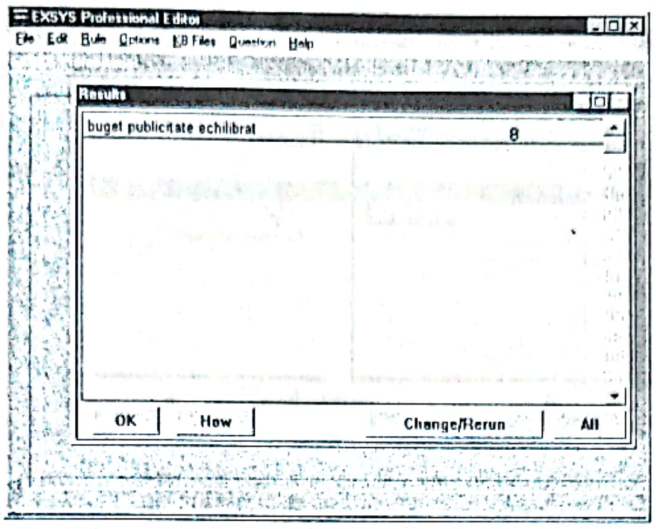


Fig. nr.10.19. *Rezultate la execuţie*

După răspunsurile date de noi în dialogul purtat cu sistemul am ajuns la concluzia de a nu aduce modificări bugetului de cheltuieli pentru publicitate. Punctajul obţinut (factorul de certitudine) este evaluat la 8 din 10, adică 80%.

Din fereastra în care s-au afişat rezultatele se poate apela opţiunea **How** prin care utilizatorul poate obţine informaţia despre drumul parcurs pentru atingerea scopurilor. Avem în figura nr. 10.20. regula nr. 4, care a fost activată ca urmare a îndeplinirii condiţiei compuse. Pentru a pune în evidenţă cum s-a ajuns la această declanşare a regulii nr. 4 avem posibilitatea să cerem prin butonul **Source** acest lucru. Dacă piesa de cunoaştere nu a fost dedusă din altă regulă, atunci pe ecran va apare mesajul "You told me" sau "I do not yet know if that is true".

Primirea de explicaţii din partea sistemului expert este asigurată de generatorul de sisteme expert şi de motorul de inferenţe. Acţionarea succesivă a butonului **OK** face să se revină în corpul regulii analizate şi în final la rezultatele noi modificate, dacă este cazul.

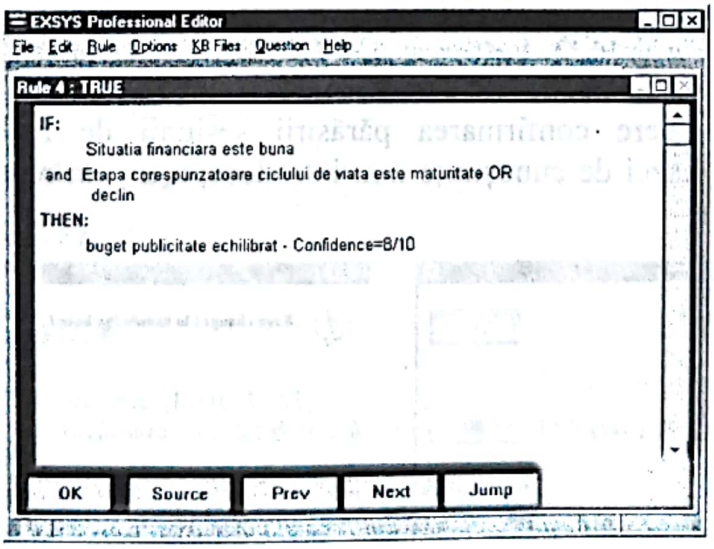


Fig. nr.10.20. Ecran explicativ

După terminarea acestor etape, se activează fereastra de dialog pentru reluarea execuţiei (vezi fig. nr. 10.21.dr.)

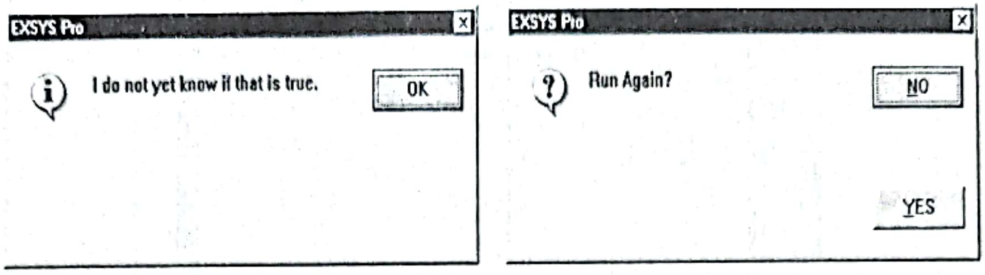


Fig. nr.10.21. *Ferestre pentru reluarea controlului*

Răspunsul negativ la întrebarea "Run Again?" va duce la revenirea în ecranul cu subiectul bazei de cunoştinţe şi autor (vezi figura nr. 10.21.stg.). In acest stadiu de dezvoltare a prototipului de sistem expert se pot adăuga noi reguli, se pot face modificări ale parametrilor, se poate îmbunătăţi interfaţa de dialog cu utilizatorul etc. sau se părăseşte generatorul. În cazul părăsirii bazei de cunoştinţe SYSMARK se apelează la opţiunea **File** din meniul principal, din care se alege opţiunea **Exit**.

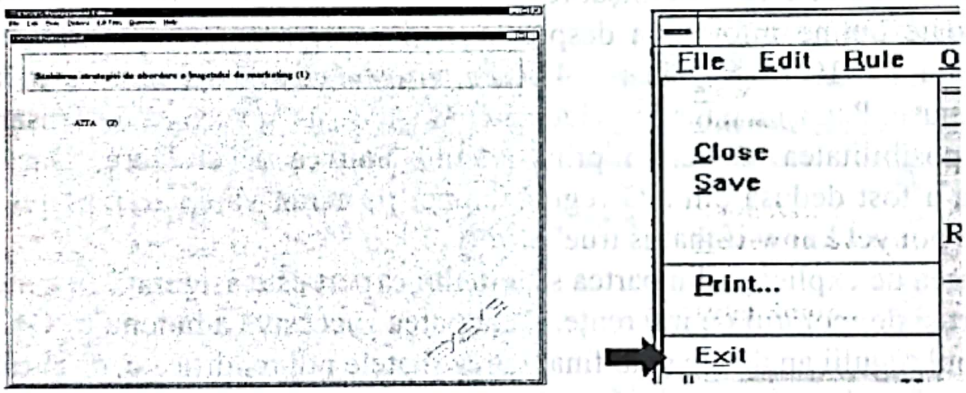


Fig. nr.10.22. *Apelarea opţiunii **EXIT** din meniul principal*

Sistemul va cere confirmarea părăsirii sesiunii de lucru EXSYS Pro şi confirmarea salvării bazei de cunoştinţe nou introduse, aşa cum rezultă şi din figura nr. 10.23.

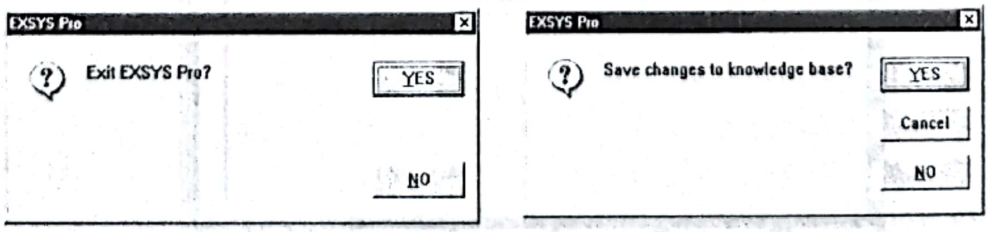


Fig. nr.10.23. *Ferestre pentru salvarea şi părăsirea bazei SYSMARK*

Scanned with OKEN Scanner

Protecţia şi securitatea cunoştinţelor este asigurată şi prin facilitatea oferită de generator de a ataşa o parolă bazei de cunoştinţe noi. Practic se răspunde la întrebarea **"Use Passwords?"**

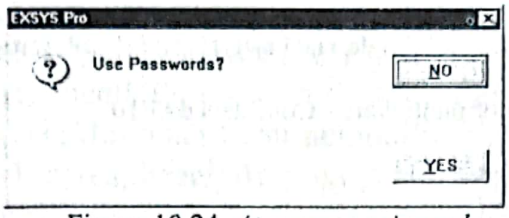


Fig. nr.10.24. *Ataşarea unei parole*

Baza de cunoştinţe aferentă prototipului nostru de sistem expert SYSMARK se prezintă în cele ce urmează.

Subject:
Stabilirea strategiei de abordare a bugetului de marketing (1)
Author: AITA (2)
Derivation: ALL RULES USED
PROBABILITY SYSTEM: 2
DISPLAY THRESHOLD: 1
QUALIFIERS:
/* Qualifier 1
Q> Situaţia financiară este
V> foarte bună
V> bună
V> satisfăcătoare
V> rea

/* Qualifier 2
Q> Etapa corespunzătoare ciclului de viaţă este
V> lansare
V> creştere
V> maturitate
V> declin

CHOICES:
/* Choice 1
C> majorarea cheltuielilor publicitare
/* Choice 2
C> diminuarea cheltuielilor publicitare
/* Choice 3
C> buget publicitate echilibrat

RULES:
*** RULE NUMBER: 1**
IF:
Situaţia financiară este {foarte bună}
and: Etapa corespunzătoare ciclului de viaţă este {lansare} OR {creştere} OR {maturitate}
THEN:
> majorarea cheltuielilor publicitare - Confidence=10/10
/* RULE NUMBER: 2
IF:
Situaţia financiară este {foarte bună}

and: Etapa corespunzătoare ciclului de viaţă este {declin}
THEN:
> buget publicitate echilibrat - Confidence=6/10
/* **RULE NUMBER: 3**
IF:
Situaţia financiară este {bună}
and: Etapa corespunzătoare ciclului de viaţă este {lansare} OR {creştere}
THEN:
> majorarea cheltuielilor publicitare - Confidence=5/10
/* **RULE NUMBER: 4**
IF:
Situaţia financiară este {bună}
and: Etapa corespunzătoare ciclului de viaţă este {maturitate} OR {declin}

THEN:
> buget publicitate echilibrat - Confidence=8/10
/* **RULE NUMBER: 5**
IF:
Situaţia financiară este {satisfăcătoare}
and: Etapa corespunzătoare ciclului de viaţă este {lansare}
THEN:
> majorarea cheltuielilor publicitare - Confidence=2/10
/* **RULE NUMBER: 6**
IF:
Situaţia financiară este {satisfăcătoare}
and: Etapa corespunzătoare ciclului de viaţă este {creştere} OR {maturitate}
THEN:
> buget publicitate echilibrat - Confidence=9/10
/* **RULE NUMBER: 7**
IF:
Situaţia financiară este {rea}
and: Situaţia financiară este {satisfăcătoare}
THEN:
> diminuarea cheltuielilor publicitare - Confidence=7/10
/* **RULE NUMBER: 8**
IF:
Situaţia financiară este {rea}
and: Etapa corespunzătoare ciclului de viaţă este {lansare}

THEN:
> majorarea cheltuielilor publicitare - Confidence=1/10
/* **RULE NUMBER: 9**
IF:
Situaţia financiară este {rea}
and: Etapa corespunzătoare ciclului de viaţă este {creştere} OR {maturitate}
THEN:
> buget publicitate echilibrat - Confidence=2/10
/* **RULE NUMBER: 10**
IF:
Situaţia financiară este {rea}
and: Etapa corespunzătoare ciclului de viaţă este {declin}
THEN:
> diminuarea cheltuielilor publicitare - Confidence=10/10

Scanned with OKEN Scanner

10.2.3. Lecția nr. 2: Actualizarea unei baze de cunoștințe și strategia de control înapoi

Operația de actualizare a unei baze de cunoștințe constă, așa cum se știe deja, în adăugarea, modificarea și ștergerea pieselor de cunoaștere.

Înaintea abordării acestui subiect este important de precizat faptul că o bază de cunoștințe trebuie să fie deschisă pentru a avea acces la ea.

Am creat în lecția precedentă un prototip de sistem expert (**SYSMARK**) pentru evaluarea oportunității majorării, diminuării sau nemodificării bugetului de cheltuieli de reclamă și publicitate. Deschiderea bazei de cunoștințe a sistemului **SYSMARK** se realizează prin apelarea opțiunii **File** din meniul principal și a opțiunii **Open** din meniul vertical aferent acesteia (vezi figura nr. 10.25.stg.). Rezultatul acestei operațiuni se finalizează prin apariția unei ferestre din care se poate selecta numele bazei de cunoștințe de accesat (vezi figura nr. 10.25.dr.).

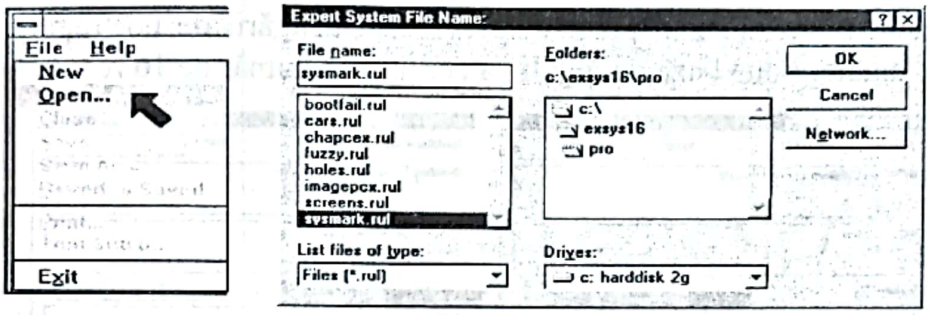


Fig. nr.10.25. *Accesarea bazei de cunoștințe SYSMARK*

După accesarea acestei baze de cunoștințe se efectuează operații de consultare (execuție) și actualizare specifice problemei din domeniul abordat.

10.2.3.1. Adăugarea noilor piese de cunoaștere

Completarea bazei de cunoștințe cu piese de cunoaștere noi se referă la efectuarea următoarelor operații: adăugarea de reguli în baza de reguli; adăugarea de calificatori; adăugarea de noi variabile; adăugarea de scopuri.

Pe parcursul lecției nr. 1 s-a explicat procedura de **adăugare a unei noi reguli** în baza de reguli și a unor **scopuri**. Acest lucru este evident prin faptul că baza de reguli SYSMARK conține 10 reguli.

Adăugarea unui calificator este o operație descrisă deja de noi în lecția nr. 1 și pusă în evidență prin figurile nr. 10.11. și 10.12. În cele ce urmează ne propunem să adăugăm un set de doi calificatori care să ofere posibilitatea evaluării **situației financiare** a agentului economic în cauză. Aceștia se prezintă astfel: **"Trezoreria societății este"** 1. **pozitivă** 2. **negativă** și **"Rentabilitatea financiară este"** 1. **foarte bună** 2. **bună** 3. **critică**. Construim mai jos tabela decizională corespunzătoare evaluării situației financiare.

Scanned with OKEN Scanner

Tabelul nr. 10.2. *Tabelă decizională de evaluare a situației financiare*

Calificatori şi valori		Trezoreria societății este	
		Pozitivă	Negativă
Rentabilitatea financiară este	Foarte bună	FB	B
	Bună	B	S
	Critică	R	R

unde: FB – Foarte bună, B– Bună, S – Satisfăcătoare şi R – Rea

Tabelul de mai sus duce la realizarea unor operații de actualizare prezentate de noi în cele ce urmează. Machetele de lucru pentru adăugarea celor doi calificatori le prezentăm în figura nr. 10.26. Adăugarea regulilor reprezintă o sarcină uşoară. Acesta este motivul pentru care nu mai prezentăm etapele adăugării de noi reguli în baza de reguli. După adăugare, noua bază de reguli va conține un număr de 16 reguli.

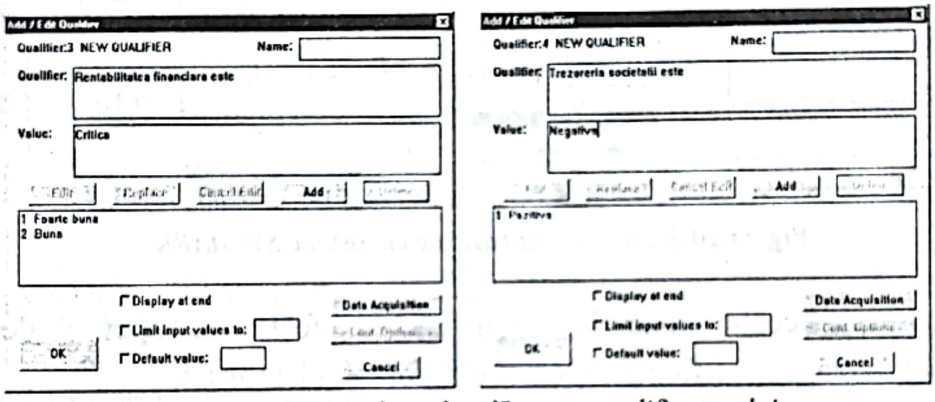


Fig. nr.10.26. *Machete de adăugare a calificatorului*

Adăugarea unor variabile este operația prin care anumite piese de cunoaştere se evaluează pe baza unor valori numerice/nenumerice sau sunt folosite pentru a descrie anumite aspecte necesare utilizatorului de sisteme inteligente în etapa preluării cunoaşterii sau afişării rezultatelor finale.

Ne propunem să introducem o variabila nenumerică **Nume** societate şi două variabile numerice exprimate în procente: **Rata rentabilității financiare (RRF) şi Rata dobânziii (RD).**

Înainte de a prezenta modul de adăugare a variabilelor, trebuie să cunoaştem că lucrul cu variabile presupune respectarea următoarelor norme:

1. numele variabilei se scrie între paranteze drepte şi nu trebuie să depăşească 18 caractere formate din litere, cifre şi spații, fără să se folosească alte caractere speciale;
2. fiecărei varibile i se poate ataşa un text care va fi afişat la momentul preluării informației de la utilizator;
3. tipul variabilelor este fie numeric, fie nenumeric (şir de caractere);

4. variabilele numerice se utilizează la construirea expresiilor matematice cu ajutorul operatorilor cunoscuţi: *, /, +,-,% şi ^. Alături de operatorii matematici pot fi folosiţi şi operatorii logici: OR sau ||, AND sau && şi NOT sau !. Parantezele pot fi folosite pentru schimbarea priorităţii de evaluare a operaţiilor.
5. variabilele pot fi afişate la sfârşitul execuţiei, dacă se optează pentru acest lucru. Se afişează, astfel, descrierea variabilei însoţită de valoarea cu care ea este încărcată.
6. se iniţializează doar datele de ieşire şi în nici un caz datele de intrare.

Introducerea unor variabile presupune apelarea opţiunii **Rule**, activarea meniului vertical asociat şi apelarea opţiunii Variables List.

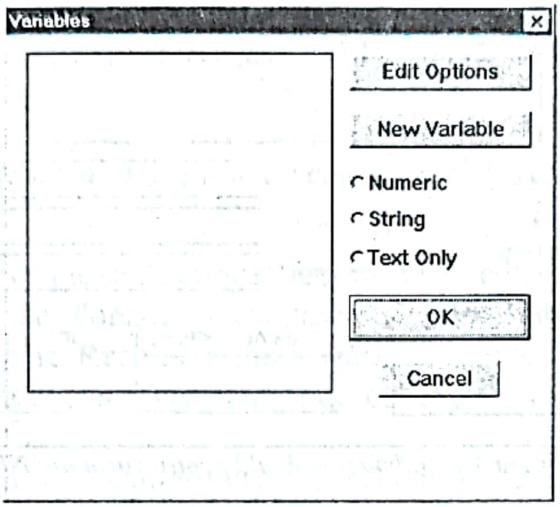


Fig. nr.10.27. *Machetă de declarare a unei variabile*

În fereastra din figura nr. 10.27. selectăm butonul **New Variable**, moment în care se activează o fereastră în care introducem elementele caracteristice pentru noua variabilă. Fereastra de lucru o prezentăm în figura nr. 10.28.

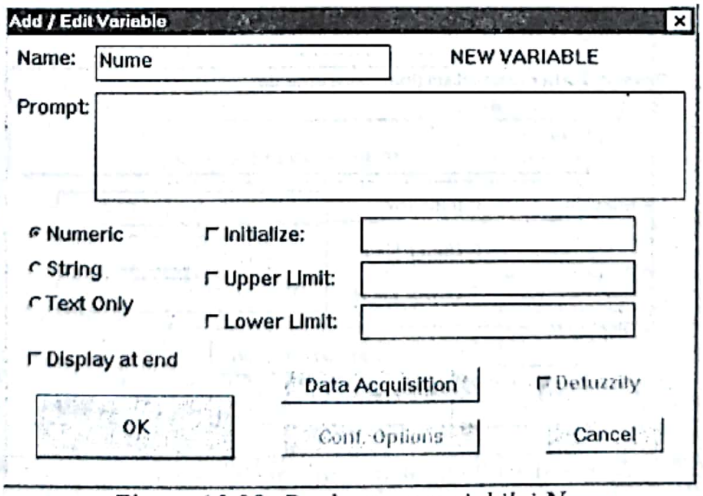


Fig. nr.10.28. *Declararea variabilei **Nume***

În fereastra din figura nr. 10.28., **Nume** este denumirea variabilei în care dorim să preluăm numele agentului economic pentru care utilizăm prototipul. În rubrica

corespunzătoare lui **Prompt** se cere introducerea descrierii sumare a variabilei **Nume**. Vom introduce "Date valabile pentru SC: ". Variabila este de tip şir de caractere, deci vom selecta butonul radio **String**, iar pentru că dorim să fie afişată la sfârşit vom activa opţiunea **Display at end**.

Introducerea variabilei RRF (rata rentabilităţii financiare) trebuie să ducă în final la fereastra prezentată în figura de mai jos. Similar se procedează şi pentru introducerea variabilei RD (Rata dobânzii).

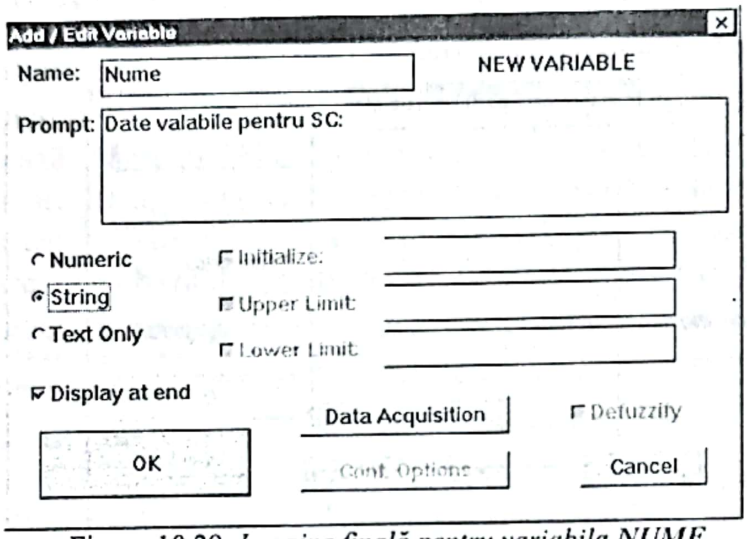


Fig. nr.10.29. *Imagine finală pentru variabila NUME*

Evaluarea rentabilităţii financiare se face ţinând seama de următoarele limite: **foarte bună** când RRF>1.5*RD, **bună** când RRF <1.5*RD şi RRF >RD şi **critică** atunci când RRF<RD. Din aceste evaluări apar alte trei reguli corespunzătoare variabilei **"rata rentabilităţii financiare"**.

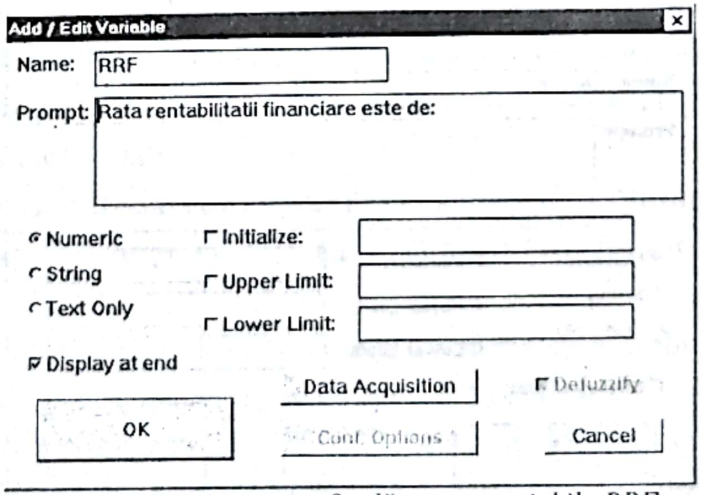


Fig. nr.10.30. *Imaginea finală pentru variabila RRF*

Scanned with OKEN Scanner

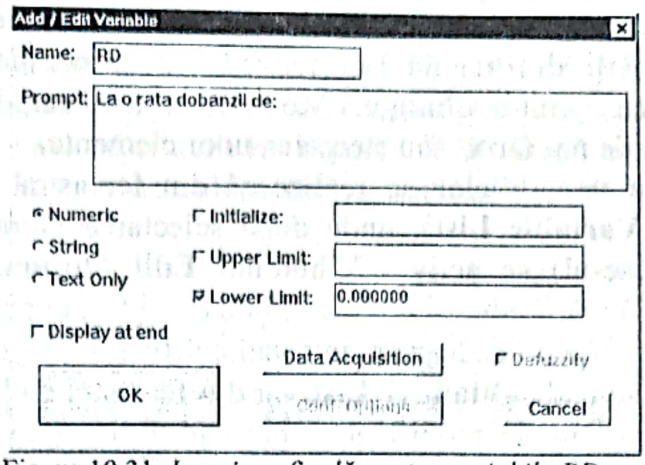


Fig. nr.10.31. *Imaginea finală pentru variabila RD*

10.2.3.2. Modificarea unor piese de cunoaştere

Modificarea unor piese de cunoaştere existente constituie o operaţiune frecventă, mai ales atunci când se doreşte dezvoltarea şi cuprinderea unor noi fapte/date în prototipul de sistem expert. Rezultatul modificării unei piese de cunoaştere este transmis în toată baza de cunoştinţe, la toate piesele de cunoaştere ce fac referire la piesa care a suferit modificări.

Prezentăm pentru exemplificare următoarele cazuri: editarea unei reguli, modificări aduse variabilelor, calificatorilor, parametrilor de lucru ai prototipului, scopurilor şi interfeţelor.

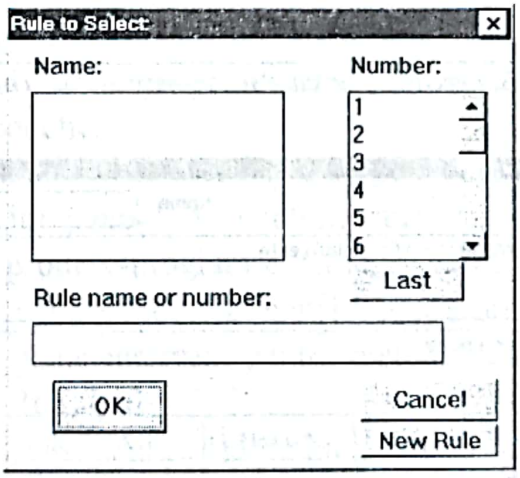


Fig. nr.10.32. *Macheta de selectare a unei reguli*

Editarea unei reguli presupune selectarea opţiunii **Rule** din meniul principal şi a opţiunii **Edit Rule** din meniul ataşat acesteia, moment în care va fi activată o fereastră din care va trebui să selectăm numărul sau numele regulii de editat.

După selectarea numărului sau numelui unei reguli se activează fereastra de **editare regulă**, care este identică cu cea de adăugare. În funcţie de partea regulii care

dorim s-o modificăm vom apela unul din butoanele din dreapta (vezi figura nr. 10.33.). Modificarea unei părţi din regulă se realizează prin poziţionarea pe elementul de modificat şi activarea opţiunii **Change**. Modificarea unei reguli poate să se refere şi la operaţii de adăugare de noi fapte sau ştergerea unor elemente.

Modificarea variabilelor se realizează din fereastra în care se prezintă lista variabilelor (**Rule, Variable List**), unde după selectarea variabilei de modificat (prin poziţionare cu mouse-ul) se activează butonul **Edit Options**, care face trecerea la fereastra comună adăugării/editării unei variabile (vezi figura nr. 10.29.).

În mod similar se procedează şi în cazul **calificatorilor** când din meniul principal se selectează în ordine **Rule/Qualifier List**, iar din fereastra cu lista tuturor calificatorilor se selectează calificatorul de modificat şi butonul **Edit**, apoi se trece în fereastra de Adăugare/Editare calificator.

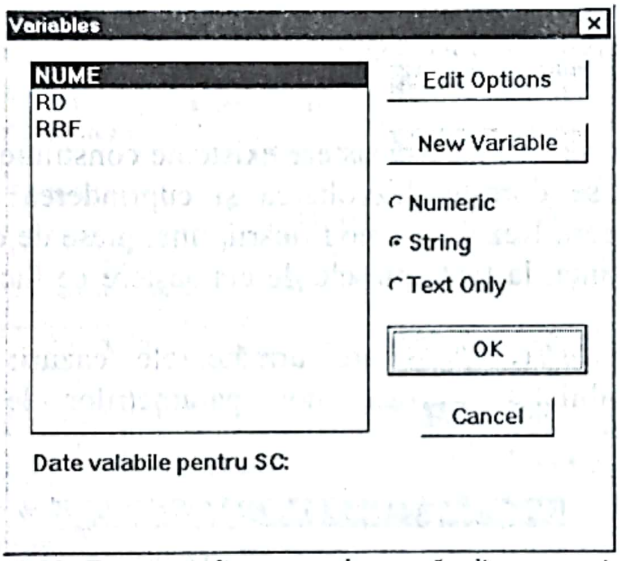


Fig. nr.10.33. *Fereastra din care se lansează editarea unei variabile*

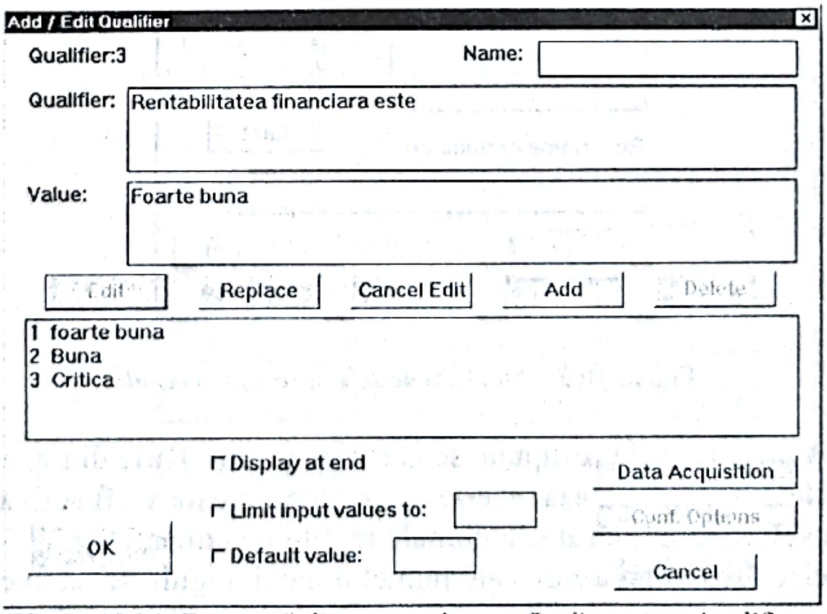


Fig. nr.10.34. *Fereastră din care se lansează editarea unui calificator*

În cazul în care dorim să aducem o modificare corpului calificatorului, ne poziționăm în spațiul alocat acestuia și după regulile editării textelor se fac modificările pe care le dorim. Dacă se dorește o modificare de nume pentru valorile calificatorului ne poziționăm pe respectiva valoare și activăm butonul **Edit**. După efectuarea modificării pentru a trimite valoarea în lista de valori, fără o nouă adăugare, se activează butonul **Replace** (vezi figura nr. 10.35.).

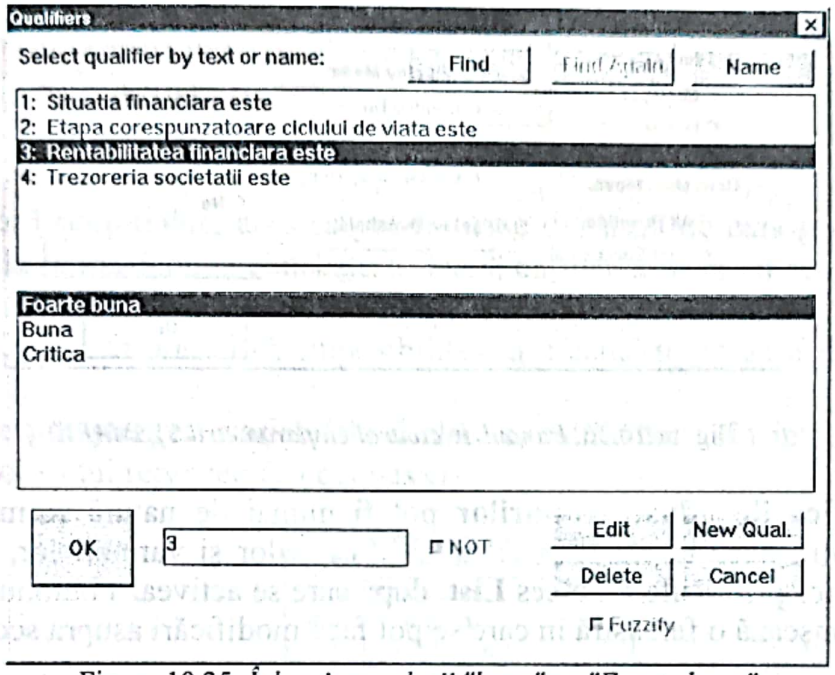


Fig. nr.10.35. *Înlocuirea valorii "buna" cu "Foarte buna"*

Trebuie precizat faptul că în cazul modificării unui calificator, prin adăugarea unei valori, nu va fi afectată baza de reguli decât ulterior dacă valoarea respectivă va fi folosită într-o regulă de producție.

Modificarea parametrilor de lucru este o operațiune care poate fi făcută numai pentru anumite elemente din panoul de control, cum sunt: subiect, autori, text de început/sfârșit, lansarea de produse-program externe, modalitatea de afișare a regulilor, testarea noilor reguli din punct de vedere al consistenței și modalitatea de parcurgere a bazei de cunoștințe. Nu se poate interveni pentru metoda de atribuire a **factorilor de certitudine** și **metodele lor de calcul**.

Pentru parametrii cum sunt afișarea noilor reguli, testarea consistenței și modalitatea de parcurgere a bazei de cunoștințe, unde se activează un buton radio, se poate interveni prin activarea butonului corespunzător. Pentru autor și subiectul bazei de cunoștințe modificările se fac prin poziționare direct pe text și se efectuează modificarea dorită, în timp ce, pentru textul de început/sfârșit și programul extern apelat, se activează butonul corespunzător care va duce la o fereastră cu valorile existente în care se pot face modificări. Prezentăm în figura de mai jos parametrii actuali ai prototipului SYSMARK.

Scanned with OKEN Scanner

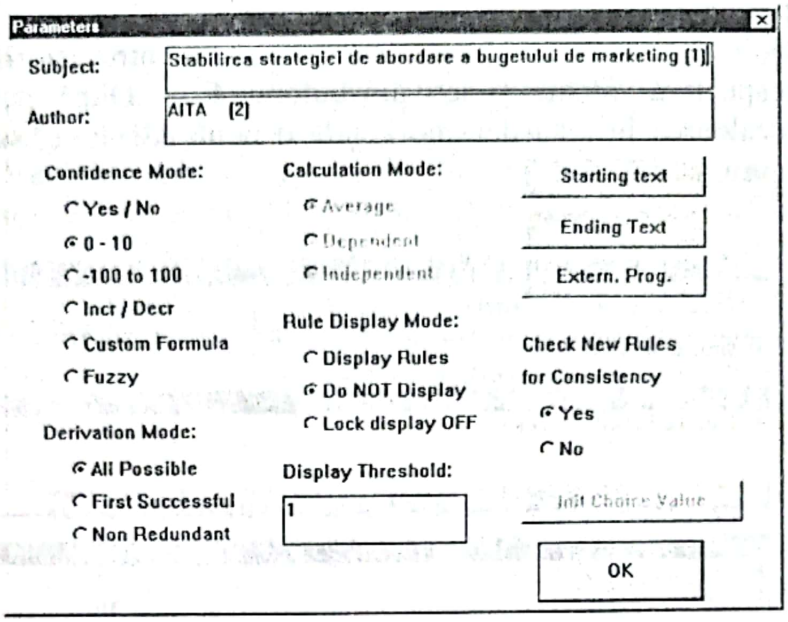


Fig. nr.10.36. *Panoul de control cu parametrii SYSMARK*

Modificarile aduse scopurilor pot fi numai de natură formală cu privire la denumire. Pentru aceasta, ca şi în cazul calificatorilor şi variabilelor, se procedează la apelarea listei lor prin **Rule/Choices List**, după care se activează butonul **Edit** cu ajutorul căruia se declanşează o fereastră în care se pot face modificări asupra scopului selectat.

10.2.3.3. Ştergerea unor piese de cunoaştere

Ştergerea unor piese de cunoaştere constituie una dintre operaţiile cu grad mare de risc, în cazul în care se şterg piese folosite în reguli de producţie sau formule de calcul.

Se pot şterge valori ale calificatorilor, reguli de producţie şi scopuri neutilizate la reprezentarea cunoaşterii.

Ştergerea valorilor calificatorilor se poate realiza astfel: din lista de calificatori (**Rule/Qualifier List**) se selectează calificatorul dorit, după care se apelează butonul **Edit** pentru a avea acces la valorile sale. Prin poziţionare cu mouse-ul pe valoarea dorită şi activarea opţiunii **Delete** se poate şterge. Dacă valoarea respectivă este folosită în reguli, atunci se va primi un mesaj de avertizare cu două posibilităţi de răspuns (vezi fig. nr. 10.37.).

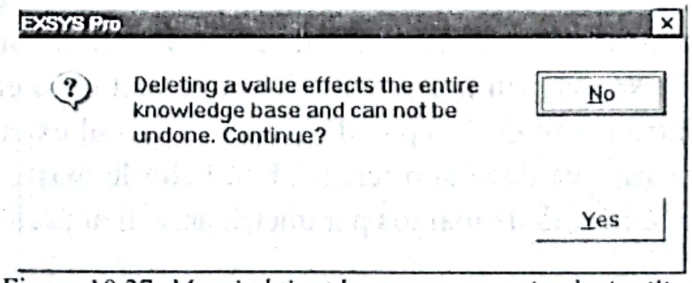


Fig. nr.10.37. *Mesaj obţinut la ştergerea unei valori utilizate*

Ştergerea unei reguli este posibilă cu ajutorul opţiunii **Delete Rule** din meniul **Rule**. După selectarea regulii de şters va fi activată o fereastră din care se poate alege răspunsul la mesajul **Delete rule:** în timp ce regula este afişată cu toate elementele sale componente.

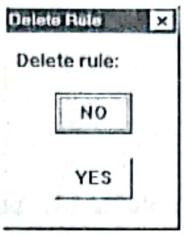


Fig. nr.10.38. *Confirmare ştergere*

În cazul **scopurilor**, acestea pot fi şterse din baza de cunoştinţe numai dacă nu sunt utilizate la reprezentarea cunoaşterii. După obţinerea listei cu scopuri(**Rule/Choices List**) se selectează cel dorit a fi şters, după care se activează butonul **Delete**, moment în care se poate primi un mesaj de imposibilitate a efectuării ştergerii dacă acel scop este utilizat deja.

Nu se pot şterge: variabilele declarate, calificatorii (în întregime) şi scopurile care au făcut obiectul reprezentării cunoaşterii.

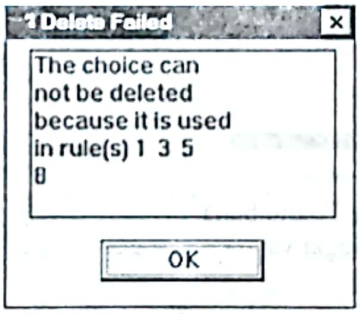


Fig. nr.10.39. *Mesaj la ştergerea scopului*

10.2.3.4. Strategia de control înapoi

Strategia de control înapoi este pusă în evidenţă atunci când sistemul poate, prin deducţie, să dea răspunsuri la întrebări pe care şi le pune utilizatorul. EXSYS Professional foloseşte două tipuri de strategii de control: înainte şi înapoi.

Strategia de control înapoi este procesul prin care EXSYS utilizează fapte inferate. Când o piesă de cunoaştere este necesară, EXSYS testează, în prima fază, dacă aceasta nu este rezultatul unei alte reguli. Dacă pe calea aleasă piesa este găsită, atunci regula va fi afişată, în caz contrar va fi informat utilizatorul că aceasta a fost preluată de la el. Acest lucru ne permite să realizăm adăugări simple de fapte de care sistemul are nevoie, fără să se mai facă legături suplimentare cu alte reguli. Acest proces de combinare a cunoaşterii din diferite reguli face ca sistemele să pară inteligente.

***

Scanned with OKEN Scanner

După toate actualizările aduse bazei de cunoştinţe SYSMARK se obţine versiunea ei completă, astfel:

Subject:
Stabilirea strategiei de abordare a bugetului de marketing (1)
Author:
AITA (2)
Uses all applicable rules in data derivations.
Probability System: 0 - 10
DISPLAY THRESHOLD: 1
RULES:
RULE NUMBER: 11
IF:
Rentabilitatea financiară este Foarte bună
and Trezoreria societăţii este Pozitivă
THEN:
Situaţia financiară este Foarte bună
RULE NUMBER: 12
IF:
Rentabilitatea financiară este Bună
and Trezoreria societăţii este Pozitivă
THEN:
Situaţia financiară este Bună
RULE NUMBER: 13
IF:
Rentabilitatea financiară este Critică
and Trezoreria societăţii este Pozitivă
THEN:
Situaţia financiară este Rea
RULE NUMBER: 14
IF:
Rentabilitatea financiară este Foarte bună
and Trezoreria societăţii este Negativă
THEN:
Situaţia financiară este Bună
RULE NUMBER: 15
IF:
Rentabilitatea financiară este Bună
and Trezoreria societăţii este Negativă
THEN:
Situaţia financiară este Satisfăcătoare
RULE NUMBER: 16
IF:
Rentabilitatea financiară este Critică
and Trezoreria societăţii este Negativă
THEN:
Situaţia financiară este Rea
RULE NUMBER: 17
IF:
[RRF]>=1.5*[RD]
THEN:
Rentabilitatea financiară este Foarte bună
RULE NUMBER: 18
IF:
[RRF]<=1.5*[RD]

and [RRF]>[RD]
THEN:
Rentabilitatea financiară este Bună
RULE NUMBER: 19
IF:
[RRF]<[RD]
THEN:
Rentabilitatea financiară este Critică

10.2.4. Lecția nr. 3: Testarea și validarea bazei de cunoștințe

După finalizarea operațiunii de reprezentare a cunoașterii și încărcare a bazei de cunoștințe se impune, cu strictețe, etapa de verificare a modului în care s-a reușit sau nu ca sistemul să fie total și complet. Toate acestea se referă la faptul că nu trebuie să existe un caz neacoperit în planul reprezentării cunoașterii specifice domeniului abordat și nici să se producă abateri de la specificațiile sistemului.

Operația de validare este necesară în toate cazurile în care se aduc modificări bazei de cunoștințe inițiale.

Pentru că în lecția 1 am construit prototipul SYSMARK cu 10 reguli și pentru a vedea dacă sursa a corespuns cerințelor minimale de completitudine și corectitudine trecem peste etapele prezentate anterior. Apelăm, în acest sens, opțiunea **Options,** iar din meniul vertical selectăm opțiunea**Validation.**

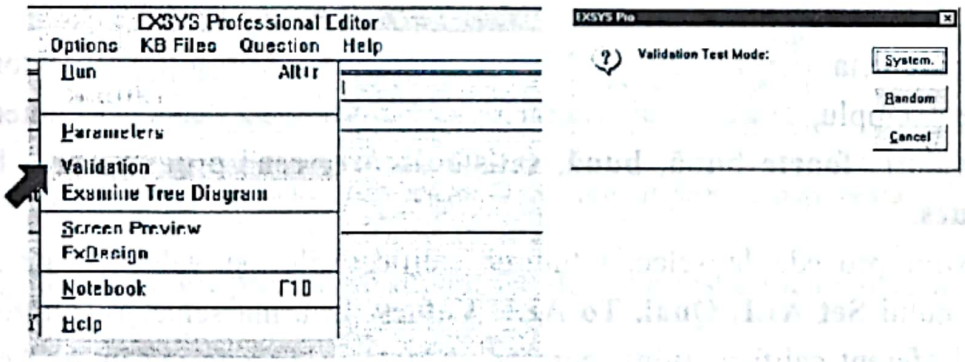


Fig. nr.10.40. *Selectarea opțiunii Validation*

După selecția opțiunii **Validation** este necesară precizarea tipului validării prin selectarea unuia dintre butoanele **Random** sau **System**. Validarea de tip **sistematic** presupune testarea tuturor combinațiilor posibile pentru intrări ținând cont de restricțiile existente. Validarea de tip **random** (întâmplătoare) presupune selectarea cazurilor pentru care se face testarea. Vom proceda la testarea sistematică activând butonul **System**. Rezultatul acestei selecții este ecranul din figura nr. 10.41. Din acest ecran **selectăm calificatorii** ce se vor testa, **valorile ce vor fi testate** și **calificatorii care vor fi în deducții**.

Scanned with OKEN Scanner

Avem acum în figura nr. 10.41. toţi calificatorii existenţi. Poziţionarea pe unul din ei atrage după sine afişarea, în fereastra rămasă liberă, a valorilor sale. Când fereastra calificatorilor de validat este afişată pentru prima dată, aceştia apar însoţiţi de litera "**D**". Acest lucru arată că acel calificator se deduce din altă piesă de cunoaştere sau se obţine de la utilizator prin formularea unei cereri.

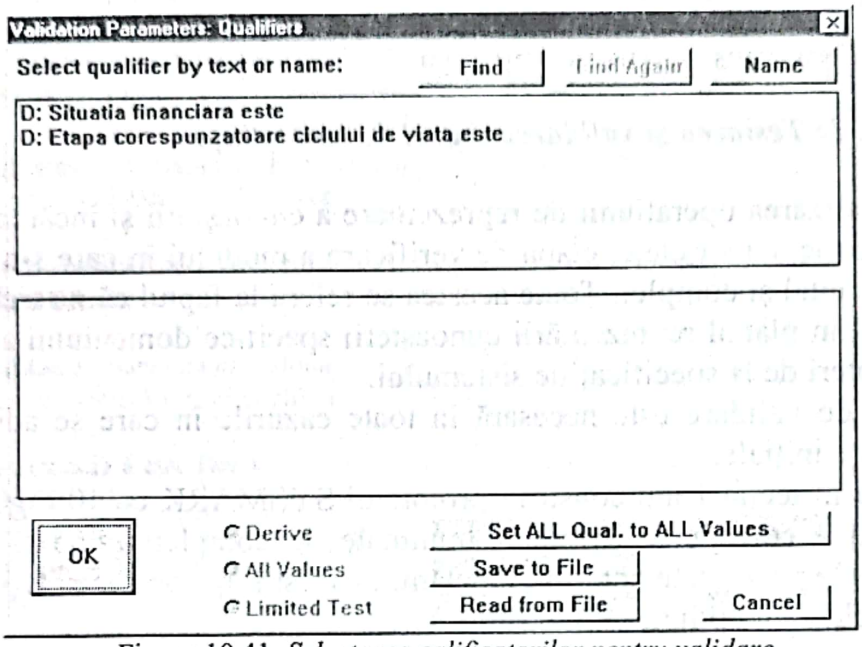


Fig. nr.10.41. *Selectarea calificatorilor pentru validare*

Putem selecta din această listă unul, mai mulţi sau toţi calificatorii. Dacă selectăm, spre exemplu, **"Situaţia financiară este"** din fereastra cu valori putem selecta toate cele 4 valori **"foarte bună, bună, satisfăcătoare, rea"** prin activarea butonului radio **All Values**.

Noi vom proceda la selecţia tuturor calificatorilor şi valorilor aferente prin activarea butonului **Set ALL Qual. To ALL Values**. În urma selectării tuturor acestor valori, **D** – ul aferent calificatorului corespondent se va transforma în **A**. Acest lucru semnifică faptul că toate valorile sale vor fi testate. Prin activarea butonului **OK** se face trecerea la o nouă fereastră, prezentată în figura nr. 10.42.

Notă: Dacă se va selecta pentru testare doar anumite valori, atunci **D** – ul se transformă în **L**, iar butonul **Limited Test** (Testare limitată) se activează.

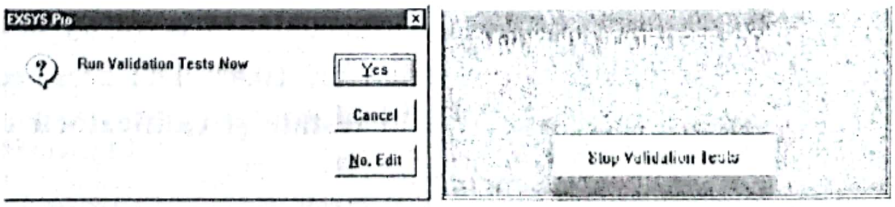


Fig. nr.10.42. *Declanşarea validării*

Răspunsul afirmativ la mesajul "**Run Validation Tests Now**" va avea ca efect realizarea validării arborelui decizional. Acest demers poate fi stopat în orice moment prin activarea butonului **Stop Validation Tests.** După terminarea testării se va activa o fereastră din care trebuie selectat modul de examinare a rezultatelor. Sunt două variante de afişare **branched** şi **linear**, fără diferenţe de fond, ci numai de prezentare. În primul caz avem prezentată o diagramă de tip arbore (tree diagram), în timp ce varianta **linear** prezintă toate informaţiile pe o singură linie.

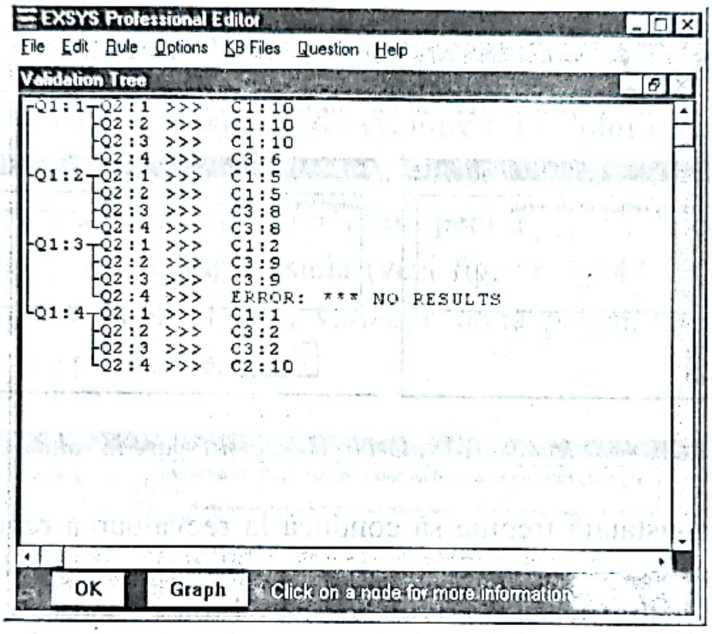


Fig. nr.10.43. *Prezentarea rezultatelor la validare sub forma arborescentă*

În figura nr. 10.44. prezentăm modul de afişare a testărilor în situaţia în care se optează pentru varianta **linear.**

Din această analiză se poate constata că pentru cazul valorii nr. 3 a calificatorului Q1 şi valoarea nr. 4 a calificatorului Q2 nu există nici un rezultat, iar dacă ne poziţionăm cu mouse-ul pe Q2:3 vom obţine o fereastră cu ceea ce reprezintă acesta în baza de cunoştinţe (vezi fig. nr. 10.45.stg.). Răspunsuri similare obţinem dacă ne poziţionăm pe C3:8, adică vom vedea ceea ce corespunde în baza de cunoştinţe respectivului calificator(vezi fig. nr. 10.45.dr.)

Scanned with OKEN Scanner

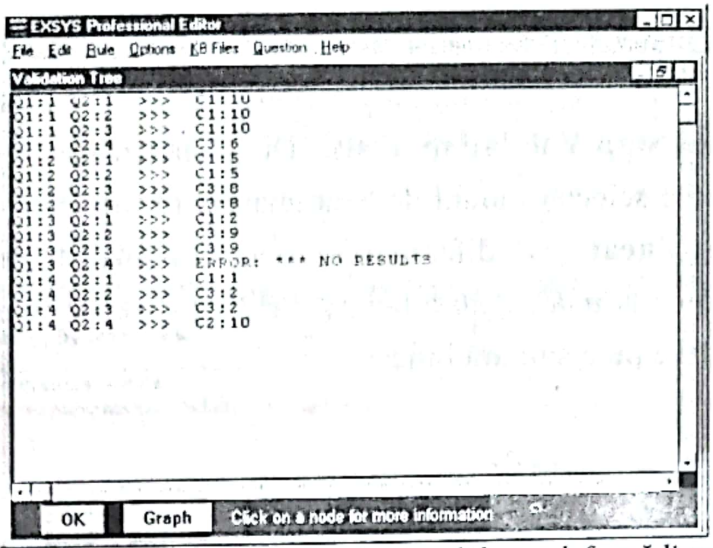


Fig. nr.10.44. *Afişarea rezultatelor la validare sub formă lineară*

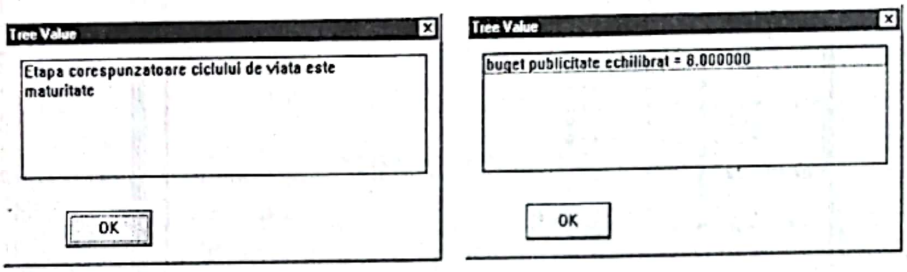


Fig. nr.10.45. *Vizualizarea valorilor corespunzătoare la validare*

Orice eroare constatată trebuie să conducă la reevaluarea regulilor şi corectarea erorilor, prin adăugarea unor noi reguli sau prin completări care pot fi făcute la regulile deja existente. Pentru a nu fi necesară reluarea operaţiilor parcurse la **validare** se poate activa opţiunea **Examine Tree Diagram,** care permite afişarea ultimelor rezultate ale validării.

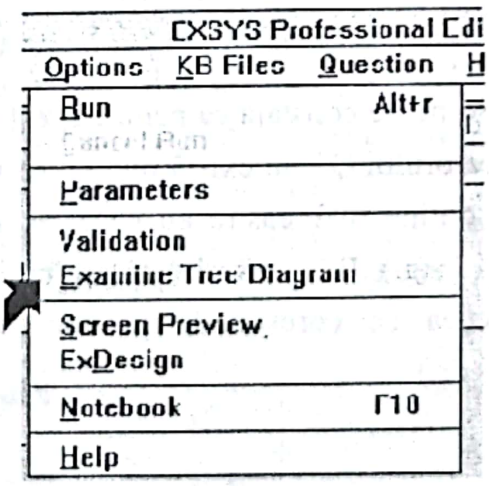


Fig. nr.10.46. *Examinarea rezultatelor obţinute la validare*

10.2.5. Lecţia 4: Integrarea sistemelor expert cu tablouri de bord construite în programe de calcul tabelar

Am prezentat în primele trei lecţii principalele aspecte cu privire la modul de lucru cu generatorul de sisteme expert EXSYS Professional. Suntem convinşi de ceea ce se poate realiza cu ajutorul generatorului de sisteme expert şi considerăm că facilităţile pe care le pune la dispoziţie sunt deosebite. Aceste facilităţi au fost prezentate atât din punct de vedere teoretic, cât şi din punct de vedere practic în lecţiile precedente.

Totuşi, considerăm că performanţele unui sistem inteligent cresc şi mai mult dacă se are în vedere o integrare a performanţelor sistemelor expert cu performaţele altor programe externe, sisteme de gestiune a bazelor de date şi/ programe de calcul tabelar. Această integrare se realizează de către generator prin cele două interfeţe specializate, şi anume: panoul de control şi opţiunea de stabilire a modului de achiziţie a variabilelor. Panoul de control oferă posibilitatea precizării unui program extern (executabil) ce va fi lansat în execuţie pentru extragerea unor valori pentru piesele de cunoaştere sau pentru a trimite valori necesare executării acestuia (vezi fig. nr. 10.47.). Opţiunea de stabilire a modului de achiziţie a valorilor unei variabile oferă posibilitatea stabilirii unor surse dintre cele mai diferite pentru ele.

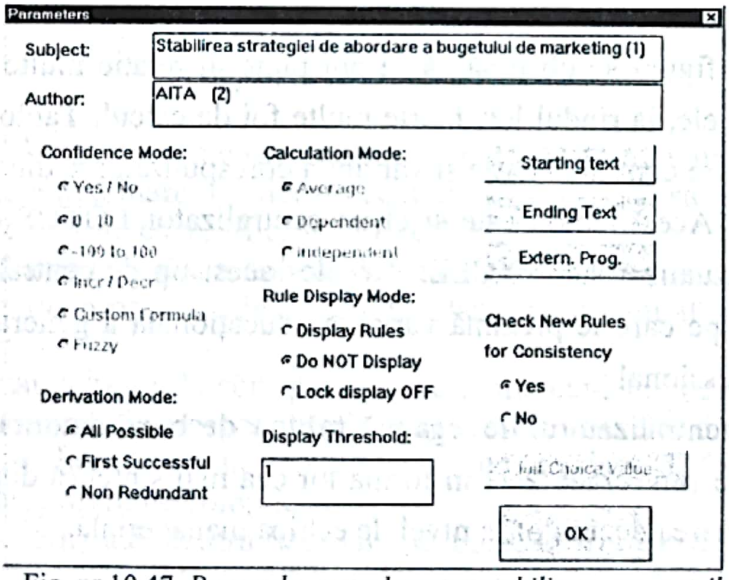


Fig. nr.10.47. *Panou de control pentru stabilirea parametrilor*

Ne propunem să abordăm modalitatea de integrare a sistemelor expert cu programele de calcul tabelar, care din 1987 au căpătat un rol din ce în ce mai important în rândul aplicaţiilor de gestiune şi contabilitate.

Scanned with OKEN Scanner

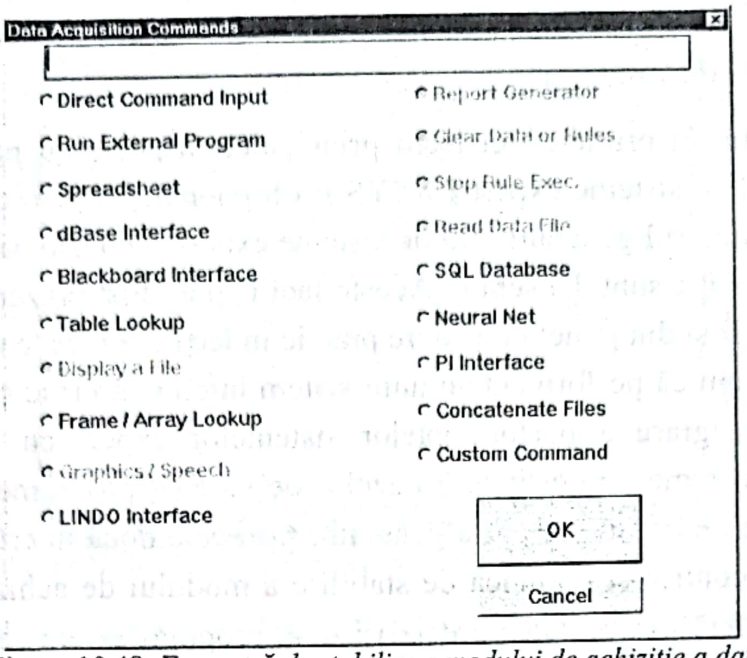


Fig. nr.10.48. *Fereastră de stabilire a modului de achiziție a datelor*

Integrarea se realizează prin intermediul variabilelor specifice generatorului de sisteme expert EXSYS şi a tabloului de bord care poate fi dezvoltat într-un centralizator de lucru sub orice program de calcul tabelar. Integrarea propusă de noi se poate realiza după schema prezentată în figura nr. 10.49.

Din această figură se observă că se pot pune în relație multe centralizatoare de lucru, care conțin şi ele, la rîndul lor, foarte multe foi de calcul. Tabloul de bord este cel care face legătura între centralizatoare şi variabila corespunzătoare din baza de cunoştințe a sistemului expert. Acest tablou este şi el un centralizator LOTUS cu extensia .WK1, posibil de citit şi actualizat sub EXCEL. Am ales acest tip de centralizator ca urmare a facilităților limitate pe care le prezintă varianta educațională a generatorului de sisteme expert EXSYS Professional.

Am numit centralizatorul de legătură **tablou de bord** datorită faptului că datele de care avem nevoie sunt organizate în forma lor cea mai sintetică după logica tabloului de bord folosită în luarea deciziilor la nivel de echipă managerială.

Scanned with OKEN Scanner

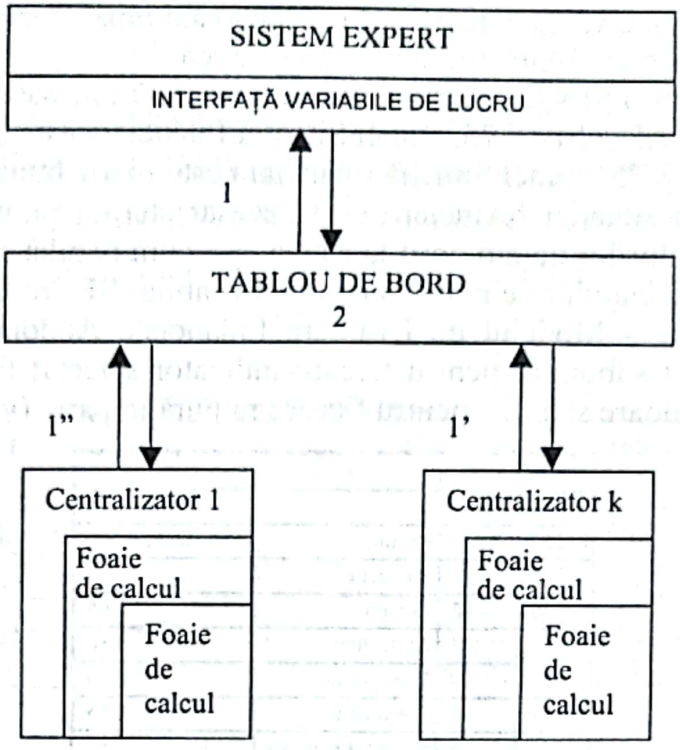


Fig. nr.10.49. *Schema cadru de cuplare a unui sistem expert cu un tablou de bord*

Performanțele unei asemenea aplicații sunt cu atât mai mari, cu cât numărul centralizatoarelor este mai mare, iar fiecare centralizator poate avea între 16 milioane şi 4 miliarde de celule, cum este cazul Microsoft Excel 97.

Prin dezvoltarea practică a aplicațiilor inteligente integrate cu asemenea tablouri de bord gestionate de programe de calcul tabelar, am delimitat un set de reguli de respectat, şi anume:

1. la proiectarea bazei de cunoştințe cu variabile cuplate la un tabou de bord este necesară precizarea matricei corespondențelor cu adresele celulelor din tablou;
2. tabloul de bord este un centralizator cu o singură foaie de calcul fără macrocomenzi/macroprograme complicate;
3. nu se recomandă pentru tabloul de bord utilizarea de facilități specifice programului de calcul tabelar Microsoft Excel 97, deoarece acestea se pierd la salvarea în formatul .WK1;
4. tabloul de bord conține formule cu adrese din centralizatoarele Excel;
5. tabloul de bord trebuie să fie în directorul de lucru EXSYS;
6. se recomandă ca tabelul de bord să fie închis.

Prezentăm în cele ce urmează etapele ce trebuie să le parcurgem în cuplarea unei variabile la un tablou de bord gestionat de Microsoft Excel.

Prototipul SYSMARK, pentru evaluarea oportunității de majorare a cheltuielilor de publicitate, foloseşte un calificator cu numele "Situația financiară este" cu patru valori: 1. Foarte bună; 2. Bună; 3. Satisfăcătoare şi 4. Rea.

Scanned with OKEN Scanner

În vederea evaluării situației financiare se apelează la variabila SF, care, în funcție de valoarea luată, va duce la încadrarea într-o anumită situație financiară, astfel:

a. dacă SF<6, atunci Situația financiară este rea;
b. dacă SF>=6 și SF<7.5, atunci Situația financiară este satisfăcătoare;
c. dacă SF>=7.5 și SF<8.75, atunci Situația financiară este bună;
d. dacă SF>=8.75, atunci Situația financiară este foarte bună;

Pentru evaluarea situației financiare este necesar studiul unor indicatori financiari. Din ansamblul indicatorilor ne-am oprit la câțiva, așa cum rezultă și din tabelele nr. 10.3. și 10.4. Obținerea punctajului de mai sus pentru variabila SF are la bază funcția propusă de noi (vezi MEFAT - Modelul de Evaluare Financiară Andone-Țugui) prin care se atribuie un coeficient subunitar pentru fiecare indicator selectat Punctajul astfel obținut este ponderat cu o valoare stabilită pentru fiecare ramură în parte (vezi figura nr. 10.50.).

	Q	R	S
223			
224	Cod	Ramura	Coeficient reeval
225	1	Productie	1.00
226	2	Comert	0.95
227	3	Agricultura	1.10
228	4	Transporturi	0.90
229	5	Constructii	0.95
230	6	Servicii financiare	0.80
231	7	Alte servicii	0.85

Fig. nr.10.50. *Ponderi pentru ramurile economice*

Tabelul nr. 10.3. *Informații necesare pentru diagnosticul rentabilității*

Tip informație	1998
Excedent de trezorerie al exploatării	231306
Cheltuieli financiare	9947
Active imobilizate nete în perioada curentă	138561
Active imobilizate nete în perioada precedentă	81487
Trezoreria de exploatare	67597
Rentabilitatea economică	37,4%
Rentabilitatea financiară	99,9%
Rata dobânzii	60,0%
Cheltuieli fixe	136995
Cheltuieli variabile	329820

Tabelul nr. 10.4. *Informații necesare pentru diagnosticul riscului de faliment*

Tip informație	1998
Trezoreria imediată (testul rapid)	43,86%
Trezoreria relativa	59,77%
Lichiditatea generală	78,91%
Rata de prelevare a chelt. fin. (RPCF)	7,80%
Gradul de îndatorare financiară (GIF) pe TL	0,00%
Solvabilitatea	37,44%

Scanned with OKEN Scanner

Integrarea prototipului SYSMARK cu programul de calcul tabelar se realizează astfel:

1. Matricea corespondențelor este cea prezentată în tabelul nr. 10.5.

În tabloul de bord DIAFIN.WK1, informațiile au fost preluate din centralizatorul DIAFIN.XLS pornind de la datele reale din documentele de sinteză fianaciar-contabile ale unei societăți comerciale. Zona care ne interesează în mod special este cea cuprinsă în blocul de celule B3:F41 (vezi figura nr. 10.51.).

Tabelul nr. 10.5. *Matricea corespondențelor pentru prototipul SYSMARK*

Nume variabilă	**Explicații**	**Corespondență tablou**
SF	Situație financiară	DIAFIN.WK1 - F16
RD	Rata dobânzii	DIAFIN.WK1 - F29
RRF	Rentabilitatea financiară	DIAFIN.WK1 - F28
TE	Trezoreria de exploatare	DIAFIN.WK1 - F26

2. Declararea efectivă a variabilelor. Prezentăm acest demers pentru variabila SF:

– se apelează opțiunea Rule/Variable List ... New Variable (vezi figura nr. 10.52.a);

– se activează butonul **Data Acquisition** pentru definirea rubricii **Prompt** (vezi figura nr. 10.52.b);

– se activează butonul radio **Spreadsheet** (vezi fig. nr. 10.52.c);

– se completează rubricile cu informațiile corespunzătoare (vezi figura nr. 10.52.d);

Scanned with OKEN Scanner

	B	F
2	**INTERPRETARE DIAGNOSTIC FINANCIAR GLOBAL - varianta MEFAT**	
3	Indicator	1998
4	Excedent de trezorerie al exploatarii	0
5	Active imobilizate nete perioada curenta	0
6	Rentabilitatea economica	1
7	Rentabilitatea financiara	0
8	Cheltuieli fixe	0
9	Trezoreria imediata (testul rapid)	1
10	Lichiditatea generala	1
11	Rata de prelevare a chelt. fin. (RPCF)	1
12	Gradul de indatorare financiara (GIF) pe TL	1
13	Solvabilitatea	1
14	Total punctaj	6,00
15	Tip societate	2
16	Punctaj recalculat	5,70
17	Societatea	MERCATO SA
18	Obiect de activitate	Comert
20	**INFORMATII NECESARE PENTRU DIAGNOSTICUL RENTABILITATII**	
21	Indicator	1998
22	Excedent de trezorerie al exploatarii	160756
23	Cheltuieli financiare	191264
24	Active imobilizate nete perioada curenta	136124
25	Active imobilizate nete perioada precedente	153589
26	Trezoreria de exploatare	922978
27	Rentabilitatea economica	4
28	Rentabilitatea financiara	6
29	Rata dobanzii	60
30	Cheltuieli fixe	1384693
31	Cheltuieli variabile	513894
34	**INFORMATII NECESARE PENTRU DIAGNOSTICUL RISCULUI DE FALIMENT**	
35	Indicator	1998
36	Trezoreria imediata (testul rapid)	183,63
37	Trezoreria relativa	227,18
38	Lichiditatea generala	227,93
39	Rata de prelevare a chelt. fin. (RPCF)	-158,37
40	Gradul de indatorare financiara (GIF) pe TL	0,00
41	Solvabilitatea	60,80

Fig. nr.10.51. *Tabloul de bord DIAFIN.WK1 vizualizat sub Excel 97*

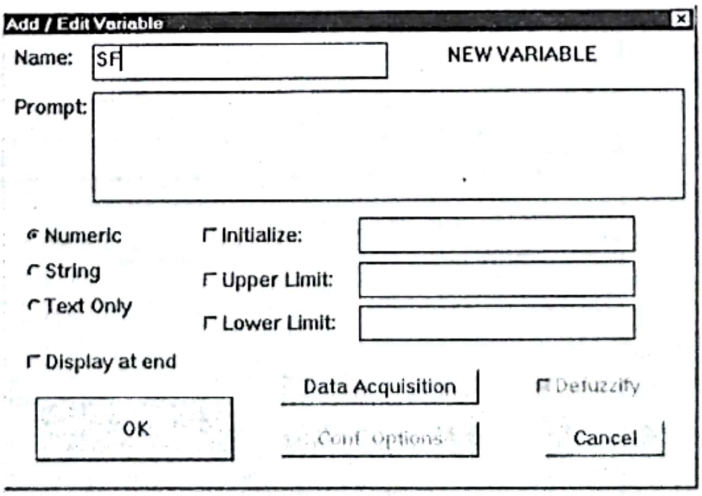


Fig. nr.10.52.a. *Crearea variabilei SF*

Scanned with OKEN Scanner

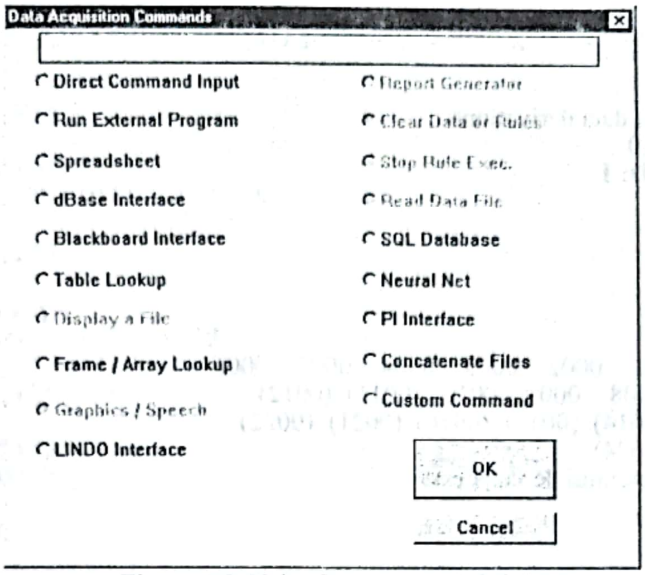


Fig. nr.10.52.b. *Crearea variabilei SF*

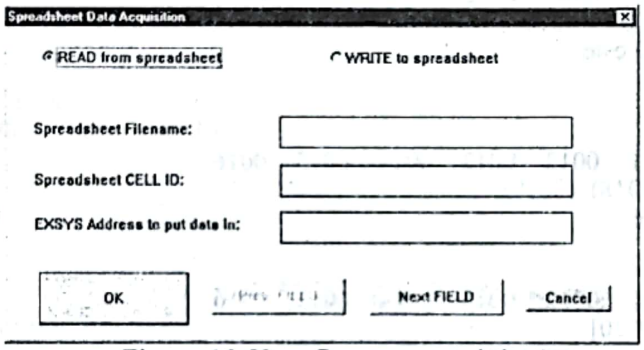


Fig. nr.10.52.c. *Crearea variabilei SF*

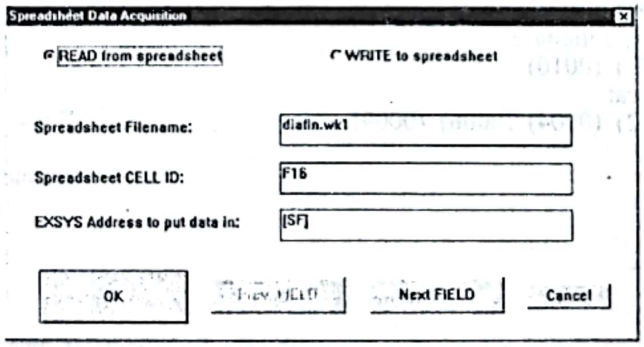


Fig. nr.10.52.d. *Crearea variabilei SF*

În mod similar se procedează cu varibila TE, iar pentru RRF şi RD se actualizează doar modul de achiziţie a valorii acestora.

După realizarea acestor declaraţii se impune adăugarea a cinci reguli corespunzătoare celor patru intervale ale variabilei SF şi una pentru evaluarea tipului de trezorerie de exploatare.

Baza de cunoştinţe se prezintă după cum urmează:

Subject:
Stabilirea strategiei de abordare a bugetului de marketing (1)
Author:
AITA (2)
Uses all applicable rules in data derivations.
Probability System: 0 - 10
DISPLAY THRESHOLD: 1
QUALIFIERS:
1 Situaţia financiară este
Foarte bună
Bună
Satisfăcătoare
Rea
Used in rule(s): 0001 0002 0003 0004 0005 0006 0007 0008 0009 0010 (0011) (0012) (0013) (0014) (0015) (0016) (0021) (0022) (0023) (0024)
2 Etapa corespunzătoare ciclului de viaţă este
lansare
creştere
maturitate
declin
Used in rule(s): 0001 0002 0003 0004 0005 0006 0008 0009 0010
3 Rentabilitatea financiară este
Foarte bună
Bună
Critică
Used in rule(s): 0011 0012 0013 0014 0015 0016 (0017) (0018) (0019)
4 Trezoreria societăţii este
Pozitivă
Negativă
Used in rule(s): 0011 0012 0013 0014 0015 0016 (0020) [0020]
CHOICES:
1 majorarea cheltuielilor publicitare
Used in rule(s): (0001) (0003) (0005) (0008)
2 diminuarea cheltuielilor publicitare
Used in rule(s): (0007) (0010)
3 buget publicitate echilibrat
Used in rule(s): (0002) (0004) (0006) (0009)
FORMULAS:
1 [SF]<6
Used in rule(s): 0021
2 [SF]>=6
Used in rule(s): 0022
3 [SF]<7.5
Used in rule(s): 0022
4 [SF]>=7.5
Used in rule(s): 0023
5 [SF]<8.75
Used in rule(s): 0023
6 [SF]>=8.75
Used in rule(s): 0024
7 [TE]>0
Used in rule(s): 0020
8 [RRF]>1.5*[RD]
Used in rule(s): 0017
9 [RRF]>=[RD]
Used in rule(s): 0018
10 [RRF]<=[RD]
Used in rule(s):
11 [RRF]>[RD]
Used in rule(s):
12 [RRF]<=1.5*[RD]
Used in rule(s): 0018

Scanned with OKEN Scanner

13 [RRF]<[RD]
Used in rule(s): 0019
VARIABLES:
1 SF
SS_RD(DIAFIN.WK1, F16, [SF])
Numeric variable
Displayed at the end of a run
Used in rule(s): 0021 0022 0023 0024
2 RD
SS_RD(DIAFIN.WK1, F29, [RD])
Numeric variable
Displayed at the end of a run
Used in rule(s): 0017 0018 0019
3 TE
SS_RD(DIAFIN.WK1, F26, [TE])
Numeric variable
Displayed at the end of a run
Used in rule(s): 0020
4 NUME
Date valabile pentru SC:
String variable
Displayed at the end of a run
Used in rule(s):
6 RRF
SS_RD(DIAFIN.WK1, F28, [RF])
Numeric variable
Displayed at the end of a run
Used in rule(s): 0017 0018 0019

RULES:
RULE NUMBER: 20
IF:
[TE]>0
THEN:
Trezoreria societății este Pozitivă
ELSE:
Trezoreria societății este Negativă
RULE NUMBER: 21
IF:
[SF]<6
THEN:
Situația financiară este Rea
NOTE:
Stabilirea situației financiare
RULE NUMBER: 22
IF:
[SF]>=6
and [SF]<7.5
THEN:
Situația financiară este Satisfăcătoare
RULE NUMBER: 23
IF:
[SF]>=7.5
and [SF]<8.75
THEN:
Situația financiară este Bună
RULE NUMBER: 24
IF:
[SF]>=8.75
THEN:
Situația financiară este Foarte bună

Scanned with OKEN Scanner

10.2.6. Lecția nr. 5: Ameliorarea interfețelor de dialog cu utilizatorii

Dezvoltarea prototipurilor de sisteme expert presupune utilizarea interfețelor standard de dialog cu utilizatorii sau ameliorarea acestora cu ajutorul a două elemente de bază: machetele de ecran și rapoartele de prezentare a rezultatelor.

În cazul în care nu se apelează la aceste tehnici de ameliorare a dialogului cu utilizatorul, generatorul de sisteme expert folosește ferestre de lucru pentru selectarea valorilor unui calificator (una sau mai multe) și pentru preluarea valorilor aferente unor variabile de intrare, precum și fereastra simplă de afișare a rezultatelor. Am văzut pe parcursul lecțiilor precedente asemenea ferestre.

Ne propunem, în cele ce urmează, să prezentăm modalitatea practică de realizare a unor asemenea machete de ecran personalizate și a raportului de afișare a rezultatelor.

10.2.6.1.Realizarea machetelor de ecran

Piesele de cunoaștere pot fi cuplate cu machete de ecran care oferă posibilitatea utilizării unor obiecte predefinite ușor de personalizat (nume, mărimi, număr de opțiuni, culori etc.). Toate acestea au ca scop înlesnirea dialogului cu utilizatorii. Principalele etape de realizare a unei asemenea machete de ecran sunt:

- lansarea utilitarului de proiectare a machetei (ExDesign);
- atribuirea unui nume pentru fereastra în construcție;
- construirea propriu-zisă;

Pentru lucrul cu utilitarul ExDesign există două posibilități care constau în: (1) apelarea internă a opțiunii ExDesign din meniul vertical atașat lui Options,(2) apelarea externă a utilitarului din Start/Programs/Exsys Pro 16/ExDesign.

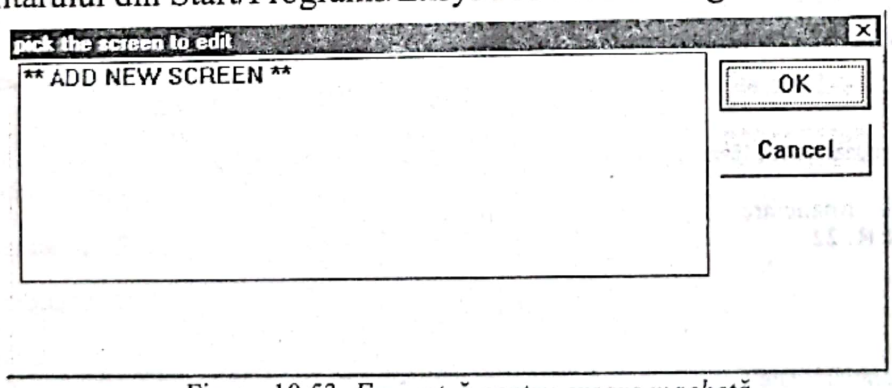


Fig. nr.10.53. *Fereastră pentru creare machetă*

În cazul apelării opțiunii **Options** urmată de **ExDesign** se va activa o fereastră din care se poate selecta un ecran deja realizat (dacă există) sau se activează opțiunea ADD NEW SCREEN (vezi figura nr. 10.53.).

După apelarea opțiunii ADD ... se activează fereastra din figura nr. 10.54. Răspunsul necesar a fi dat în rubrica liberă este ~ (tilda) urmată de tipul piesei de cunoaștere, de exemplu Q2 pentru calificatorul nr. 2.

Scanned with OKEN Scanner

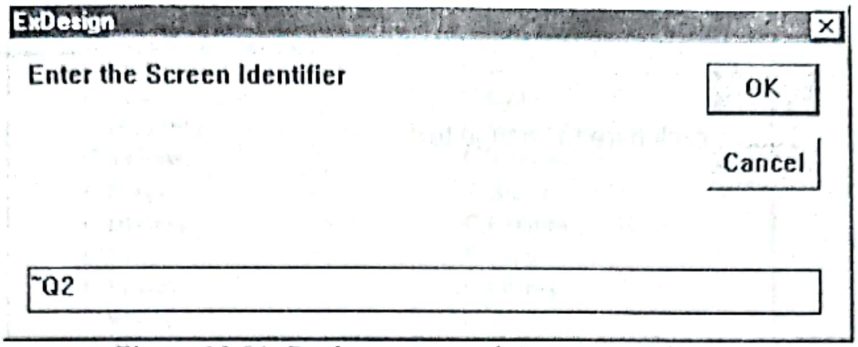


Fig. nr.10.54. *Declararea numelui pentru macheta ecran*

După specificarea coordonatelor piesei de cunoaştere (calificatorul ~Q2), din meniul de lucru pentru ExDesign (File Edit Windows Object Align aCtion Help) selectăm opţiunea Object, care ne oferă posibilitatea definirii de obiecte cum sunt: push button, radio button, check box, slide bar, edit box, line, arrow, oval, rectangle, rounded rect, text, mousebox, PCX, list, meters, pi graph (vezi figura nr. 10.55.).

Fiecare asemenea obiect oferă posibilitatea declarării unor proprietăţi specifice tipului de obiect selectat de utilizatori. Spre exemplu, dacă dorim ca în fereastra noastră să apară un text prin care să fim informaţi cum trebuie să acţionăm, atunci vom apela opţiunea **text**. În cazul nostru textul este "*Etapa ciclului de viaţă este* >>".

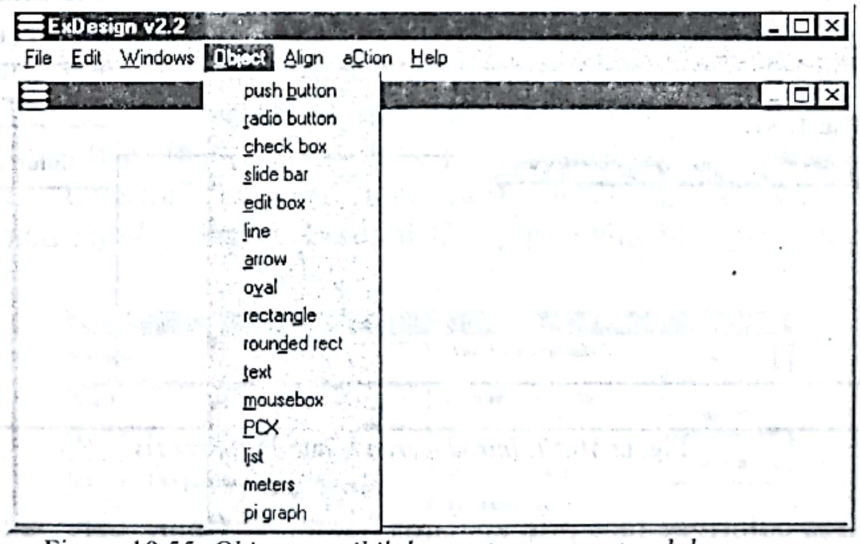


Fig. nr.10.55. *Obiecte posibil de creat cu generatorul de ecrane*

Opţiunea **text** ne permite să introducem textul dorit, iar rezultatul constă în apariţia unui obiect cu un mesaj "Double click here to change text", care, după activare, oferă posibilitatea introducerii textului dorit(vezi fig. nr. 10.56.).

Scanned with OKEN Scanner

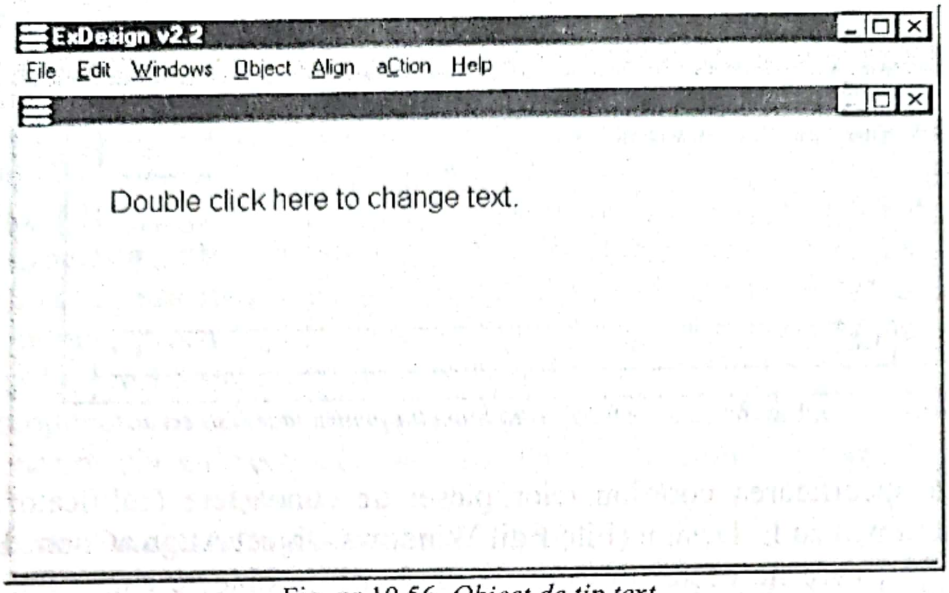


Fig. nr.10.56. *Obiect de tip text*

Fereastra de introducere a textului permite stabilirea următoarelor atribute: mărimea caracterului, textul propriu-zis, ştergere obiect, stabilirea culorii obiectului.

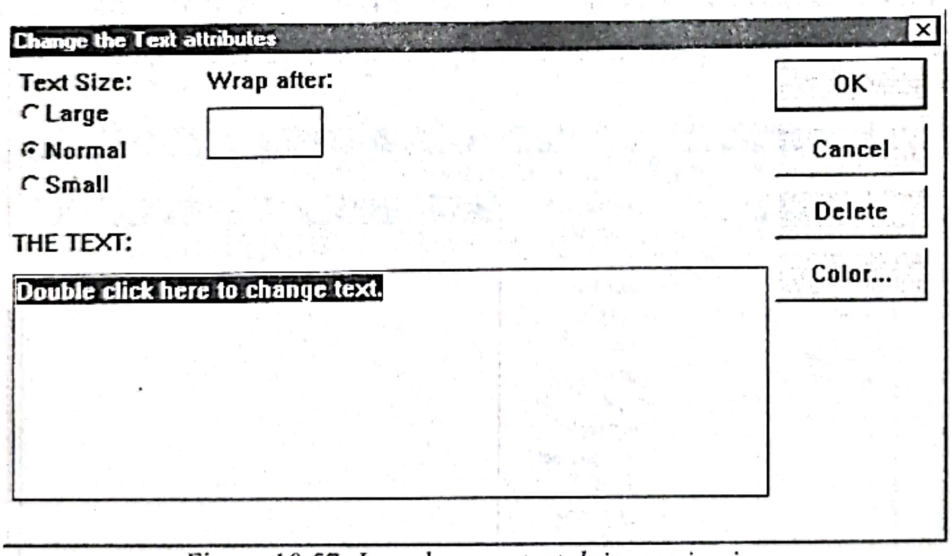


Fig. nr.10.57. *Introducerea textului propriu-zis*

Stabilirea culorii se face prin apelarea butonului **Color**, care va activa o fereastră din care se va selecta culoarea dorită atât pentru literă, cât şi pentru fond. Prezentăm în figura nr. 10.58. aceste opţiuni puse la dispoziţie de această fereastră.

Scanned with OKEN Scanner

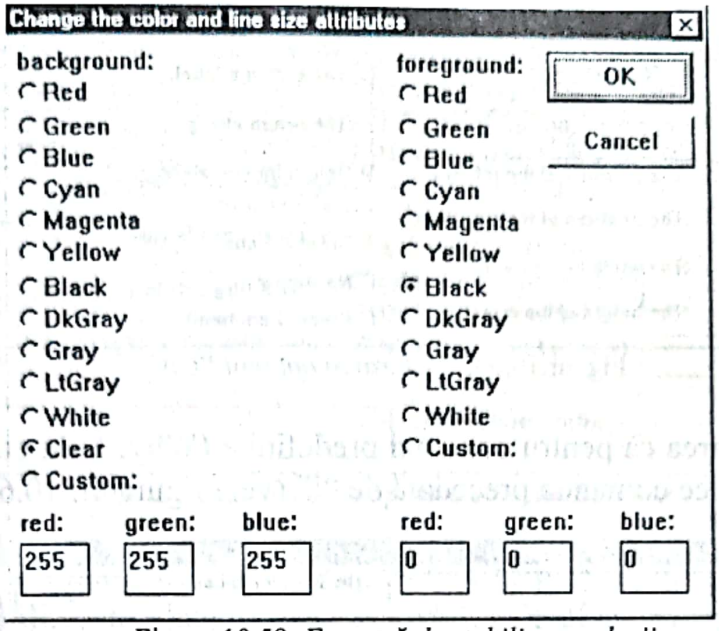


Fig. nr.10.58. *Fereatră de stabilire a culorii*

În fereastra pe care o construim inserăm, sub textul scris, patru obiecte de tip **check box** (pentru lansare, creştere, maturitate şi declin) şi trei obiecte de tip **push buttons** (pentru WHY, OK şi CANCEL). Pentru cele două tipuri de obiecte macheta de lucru este similară, în sensul că va fi necesar să declarăm ce etichetă va fi afişată pe respectivul obiect, piesa de cunoaştere corespunzătoare din baza de cunoştinţe (de exemplu Q 2 1, pentru calificatorul nr. 2 cu valoarea nr. 1), poziţia de afişare pe ecran (stânga sus, stânga jos, dreapta sus şi dreapta jos) şi dacă după selectare se va părăsi macheta (Return immediately). În cazul nostru, obiectele de tip check box nu vor avea activată această opţiune, iar la obiectele de tip push buttons aceasta va fi activată.

Pentru obiectele de tip check box prezentăm în figura nr. 10.59. modul de declarare a valorii "Lansare" corespunzătoare calificatorului Q2. Pentru celelalte valori se va proceda în mod similar. Pentru butonul OK prezentăm în figura 10.60. macheta de lucru.

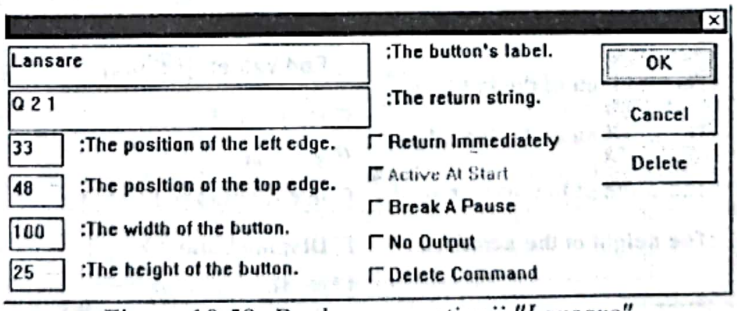


Fig. nr.10.59. *Declararea opţiunii "Lansare"*

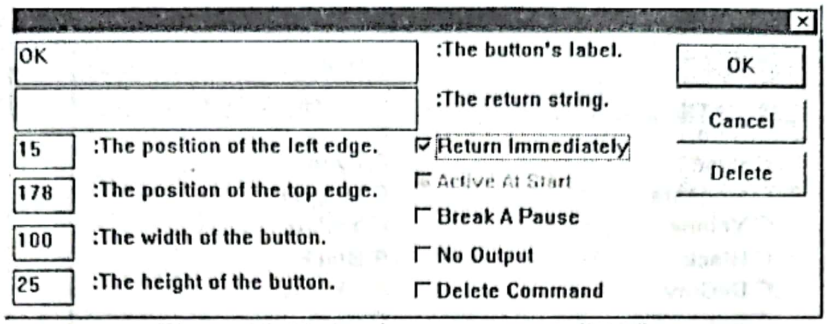


Fig. nr.10.60. *Declararea opţiunii "OK"*

Facem precizarea că pentru comenzi predefinite (Why, Exit, etc.), în rubrica **The return string** se va trece comanda precedată de "!" (vezi figura nr. 10.61).

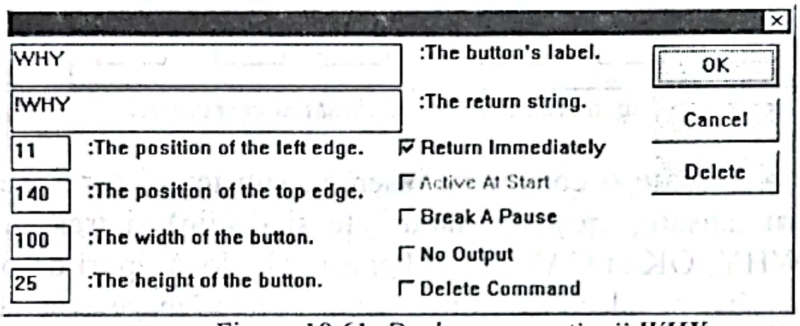


Fig. nr.10.61. *Declararea opţiunii WHY*

Aceeaşi machetă se poate folosi şi pentru obiecte cum sunt: Radiobutton, Push button.

La activarea obiectului **slide bar** se va genera fereastra din figura nr. 10.62, care oferă posibilitatea stabilirii valorilor de start, de stop, a poziţiei verticale sau orizontale ş.a.m.d.

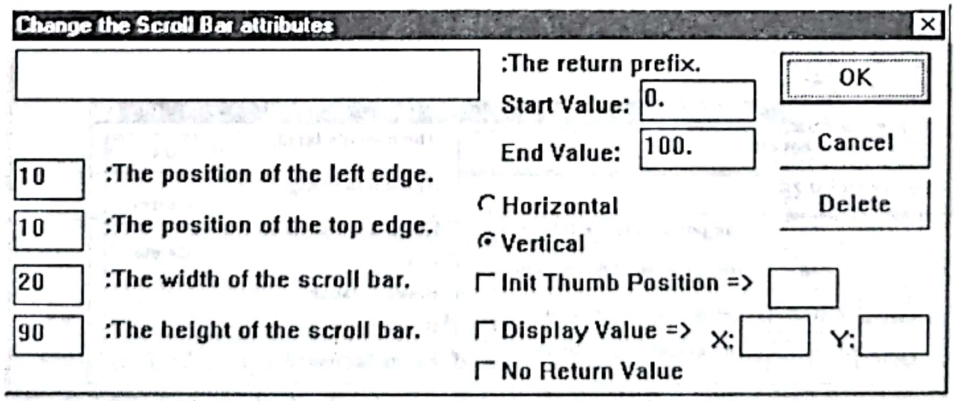


Fig. nr.10.62. *Fereastră pentru obiectul Slide bar*

Scanned with OKEN Scanner

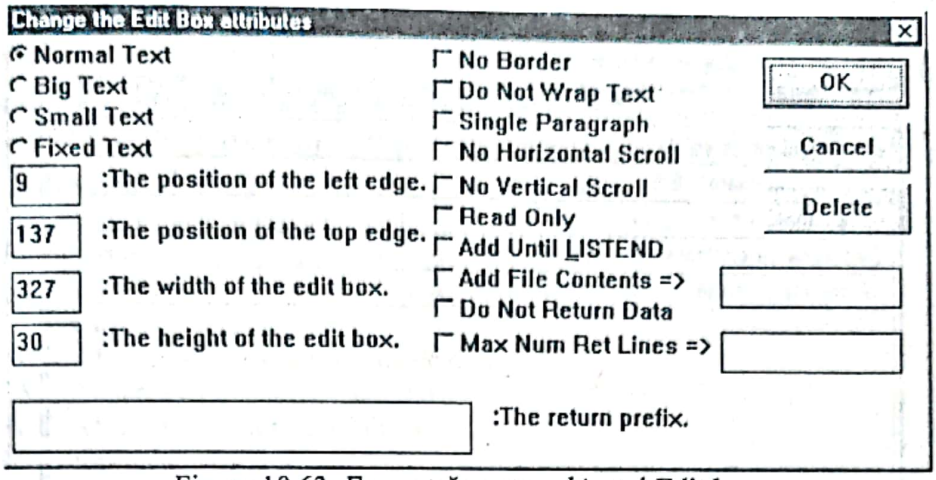


Fig. nr.10.63. *Fereastră pentru obiectul Edit box*

Pentru obiectul **edit box** fereastra de lucru se prezintă în figura nr. 10.63. Acest obiect permite stabilirea tipului de font, a modului de afişare a acestuia, preluarea din surse diverse a textului ş.a.

Pentru obiectele de tip **line, arrow, oval, rectangle** şi **rounded rect** apar în lista de proprietăţi coordonatele obiectului însoţite de sensul săgeţii (arrow).

Pentru obiectele de tip **mousebox, PCX, list, meters** şi **pi graph** apar elemente care permit stabilirea coordonatelor la care se adaugă proprietăţi specifice pentru lucru cu fişiere, pentru modul de declarare a unor liste, posibilitatea editării opţiunilor, atribuirea unor variabile (meters) etc.

Macheta noastră de lucru, după introducerea tuturor obiectelor precizate mai sus, se prezintă ca în figura nr. 10.64.

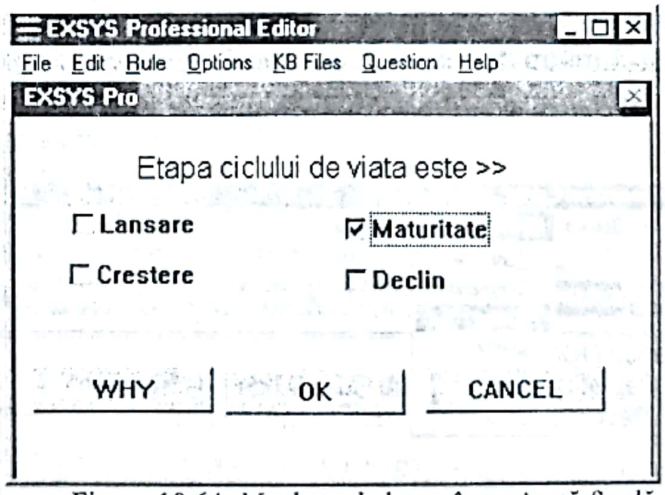


Fig. nr.10.64. *Macheta de lucru în variantă finală*

După selectarea valorii "Maturitate", rezultatele la execuţie vor fi cele din figura nr. 10.65.

Scanned with OKEN Scanner

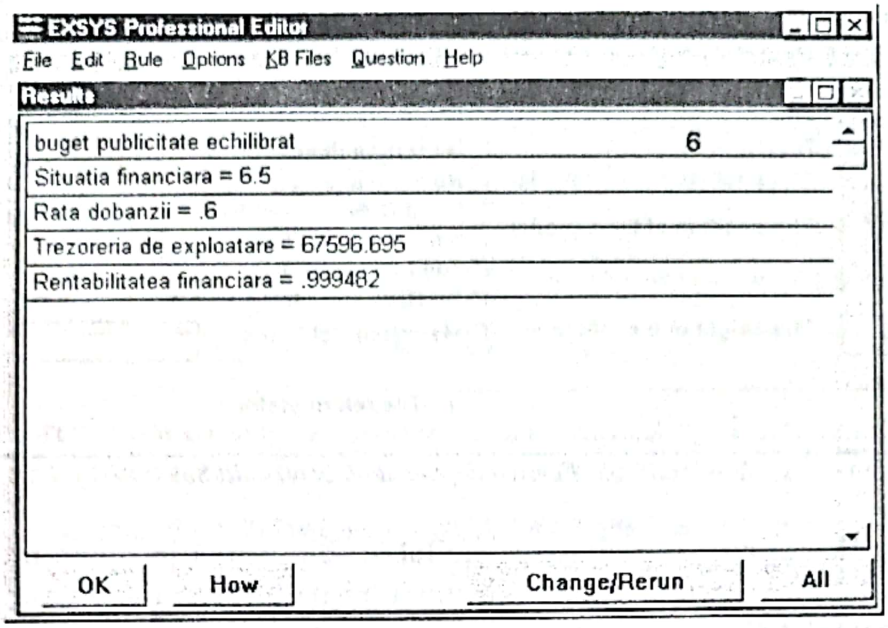


Fig. nr.10.65. *Rezultate la execuţie în condiţiile lipsei raportului personalizat*

10.2.6.2. Realizarea rapoartelor

Fereastra standard de afişare a rezultatelor oferă un număr restrâns de posibilităţi: (1)ierarhizarea scopurilor în funcţie de valorile factorilor de certitudine, (2) afişarea scopurilor însoţite de variabile numerice sau de tip şir de caractere utilizate în sistem. În plus, aceste rezultate nu pot fi preluate sau listate la cerere.

În aceste condiţii, generatorul EXSYS Professional oferă posibilitatea trimiterii rezultatului prelucrărilor într-un fişier care să poată fi accesat, vizualizat sau transmis utilizatorilor finali. Acest lucru se realizează cu opţiunea **KB Files** urmată de **Report** (vezi figura nr. 10.66.).

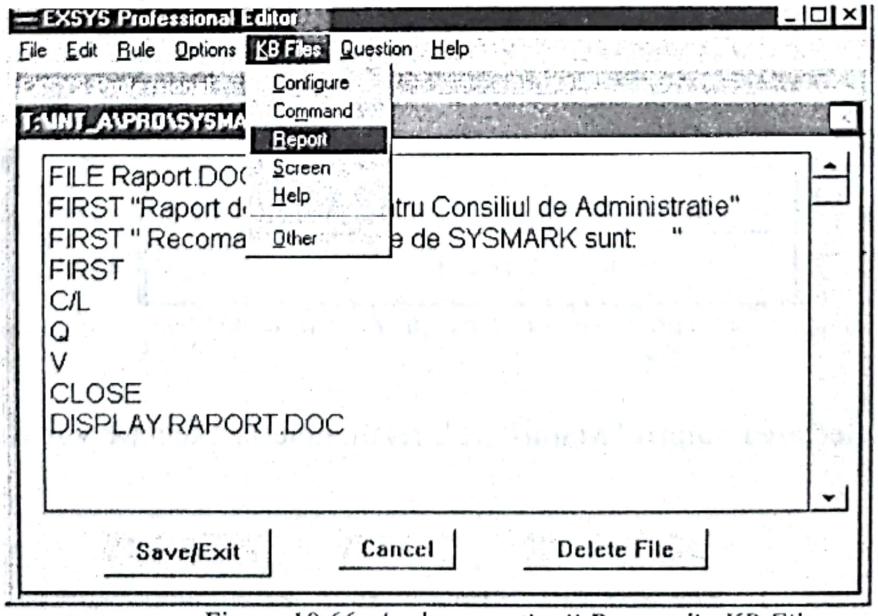


Fig. nr.10.66. *Apelarea opţiunii **Report** din KB Files*

În fereastra activată se poate scrie un set de instrucţiuni care să permită încărcarea fişierului, salvarea cu un nume, scrierea unui text, afişarea scopurilor, afişarea calificatorilor activaţi şi a valorilor variabilelor utilizate.

Am prezentat în figura nr. 10.66. un exemplu de raport scris pentru prototipul SYSMARK. Iată semnificaţiile comenzilor acestui raport:

```
FILE Raport.DOC  && Scrie in fisierul cu numele Raport.Doc
FIRST "Raport decizional pentru Consiliul de Administratie"  &&Titlu principal
FIRST " Recomandarile facute de SYSMARK sunt:     " && Titlu principal
FIRST   && Linie libera
C/L     && Afisarea scopurilor separate de o linie
Q       && Afisarea calificatorilor selectati
V       && Afisarea valorilor variabilelor
CLOSE   && Inchide fisierul
DISPLAY RAPORT.DOC && Afiseaza continutul fisierului
```

Prezentăm în figura nr. 10.67. raportul generat în condiţiile execuţiei prototipului SYSMARK, iar în figura nr. 10.68. rezultatele la execuţie în forma lor standard.

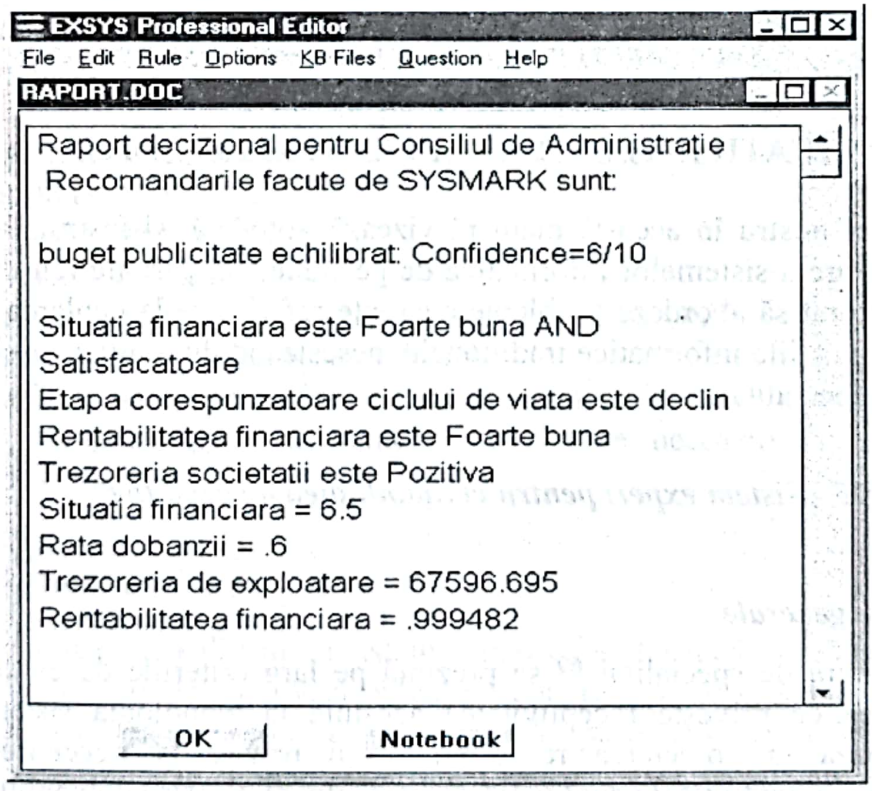


Fig. nr.10.67. *Raportul RAPORT.DOC afişat la execuţie*

Scanned with OKEN Scanner

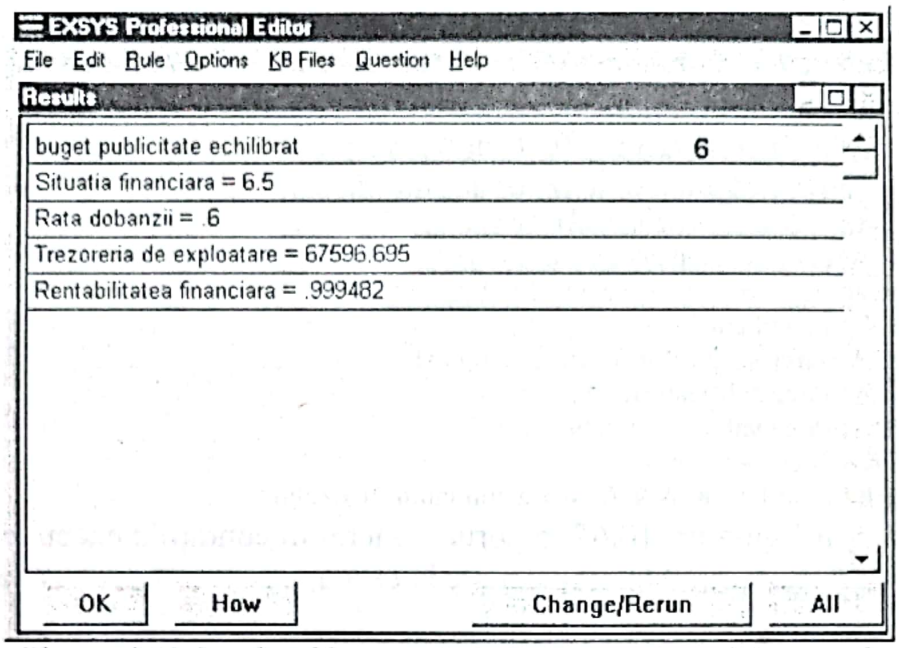


Fig. nr.10.68. *Rezultatul la execuţie după afişarea raportului personalizat*

10.3. APLICAŢII INTELIGENTE ÎN EXSYS Professional

Demersul nostru în această manieră vizează, totodată, şi instruirea novicilor în materie de integrare a sistemelor informatice de gestiune, cei care nu reuşesc nici măcar în tezele de doctorat să abordeze probleme coerente referitoare la cuplarea tehnologiilor inteligente cu aplicaţiile informatice tradiţionale, nesesizând direcţiile deosebit de actuale în cercetarea de specialitate.

10.3.1. SYSCOST - Sistem expert pentru contabilitatea de gestiune

10.3.1.1. Aspecte generale

În literatura de specialitate[69] se prezintă pe larg criteriile de evaluare ale unui domeniu în ceea ce priveşte receptivitatea acestuia la tehnologia sistemelor expert. Criteriile de bază în aprecierea receptivităţii cu privire la **percepto-posibilitate**, **justificabilitate** şi **oportunitate** sunt validate pe deplin şi de către domeniul contabilităţii de gestiune.

Contabilitea de gestiune, aşa cum prevede regulamentul de aplicare a legii 82/1991, are ca sarcini principale "calculul costurilor, stabilirea rezultatelor şi rentabilităţii produselor, lucrărilor şi serviciilor executate, întocmirea bugetului de venituri şi cheltuieli pe feluri de activităţi, urmărirea şi controlul executării acestora în

---

69 Andone, I., *Sisteme expert. Principii şi dezvoltarea aplicaţiilor de gestiune*, vol. 1, A92-Polirom, Iaşi, 1994. Vezi şi Andone, I., *Inteligenţă artificială şi sisteme expert în contabilitate*, Ed. Moldova, Iaşi, 1992.

Scanned with OKEN Scanner

scopul cunoaşterii rezultatelor şi furnizării datelor necesare fundamentării deciziilor privind gestiunea unităţii patrimoniale şi altele"[70].

Considerăm că prin menţiunea "şi altele" se pot adăuga şi unele aspecte tratate deja în literatura de specialitate cum sunt cele legate de analiza abaterilor, stabilirea strategiilor ca urmare a analizei efectuate, gestiunea stocurilor etc.

Domeniile prezentate mai sus se constituie ca puncte de plecare în detalierea principalelor aplicaţii inteligente, posibil de dezvoltat în ideea aplicării tehnologiei sistemelor expert. În acest sens, prezentăm o listă de aplicaţii posibile în domeniu:

- gestiunea provizioanelor;
- gestiunea modificării capitalurilor;
- gestiunea portofoliului;
- analize de senzitivitate;
- selectarea metodei de calculaţie a costurilor;
- selectarea metodei de evaluare a stocurilor;
- selectarea metodei de amortizare a mijloacelor fixe;
- stabilirea metodei de inventar etc.

Prezentăm în cele ce urmează prototipul de sistem expert SYSCOST, specializat în selectarea unei metode de calculaţie a costurilor în corelaţie directă cu particularităţile unui agent economic. Din necesităţi didactice, dezvoltarea sistemului SYSCOST va avea loc în următoarele faze:

1. Identificarea problemei;
2. Achiziţia cunoaşterii;
3. Conceperea prototipului de sistem expert SYSCOST;
4. Testarea prototipului SYSCOST.

Vom proceda la parcurgerea fază cu fază a muncii de dezvoltare a prototipului de sistem expert, cu prezentarea elementelor explicative necesare înţelegerii rapide a metodologiei de dezvoltare a sistemelor expert.

10.3.1.2. Identificarea problemei.

Ne propunem să realizăm un sistem expert cu ajutorul căruia să selectăm metoda de calculaţie a costurilor adecvată situaţiei concrete dintr-o unitate patrimonială. Selectarea metodei va ţine cont de următoarele particularităţi: mărimea societăţii; procesul de producţie; tipul de metodă (totală sau parţială); clasificarea cheltuielilor în fixe şi variabile, directe şi indirecte; tipul de producţie; determinarea unor abateri de la standard; domeniul de activitate; interesul conducerii faţă de anumite aspecte etc.

10.3.1.3. Achiziţia cunoaşterii

Din interviul cognoticianului cu expertul recunoscut şi din consultarea materialelor bibliografice s-a ajuns la achiziţia cunoştinţelor despre clasificarea metodelor de calculaţie şi prezentarea principalelor caracteristici ale metodelor de calculaţie.

---

[70] Monitorul Oficial al României nr. 303 bis/22 decembrie 1993.

Scanned with OKEN Scanner

a) în ce priveşte **clasificarea metodelor de calculaţie a costurilor,** literatura în domeniu prezintă o varietate de criterii de clasificare. Totuşi considerăm că pentru această demonstraţie **criteriul edificator** la clasificarea metodelor de calculaţie îl constituie **modul de cuprindere în costul final** a tuturor elementelor de cheltuieli şi a articolelor de calculaţie. Astfel, vom avea două categorii de metode de calculaţie a costurilor: **totale şi parţiale**. Conform Regulamentului de aplicare a Legii 82/1991, în categoria **metodelor totale** se includ: metoda standard cost, metoda pe comenzi, metoda pe faze şi metoda globală, iar în categoria **metodelor parţiale** se încadrează metoda direct-costing şi metoda costurilor directe.

b) **principalele caracteristici specifice** fiecărei metode de calculaţie se pot sintetiza astfel:

Metoda standard cost are în vedere gruparea cheltuielilor în directe şi indirecte şi utilizează pentru atingerea obiectivelor sale antecalculul şi postcalculul, iar la sfârşitul perioadei de gestiune determină abaterile care vor fi înregistrate distinct în conturi speciale;

Metoda pe comenzi se aplică, în general, pentru producţia de serie. Metoda are ca obiect de calculaţie comanda şi grupează cheltuielile în directe şi indirecte. Se porneşte de la o antecalculaţie în vederea determinării abaterilor, pentru ca în final să se realizeze comparaţia cu postcalculul;

Metoda pe faze este specifică tipului de producţie de masă. Aceasta are ca obiect de calculaţie produsul rezultat din procesul de producţie divizat pe faze;

Metoda globală este specifică tipului de producţie omogenă în care se fabrică un singur produs, fără semifabricate şi fără producţie intermediară;

Metoda direct-costing este o metodă **parţială sau limitativă**. Aceasta se bazează pe gruparea cheltuielilor în fixe şi variabile în funcţie de legătura lor cu volumul producţiei. În costul de producţie sunt incluse doar cheltuielile variabile, în timp ce cheltuielile fixe sunt considerate cheltuieli ale perioadei;

Metoda costurilor directe se caracterizează prin gruparea cheltuielilor în directe şi indirecte. Metoda face parte din categoria metodelor limitative. Costul de producţie calculat după această metodă cuprinde doar cheltuielile directe, cheltuielile indirecte fiind considerate cheltuieli ale perioadei.

Aceste aspecte specifice fiecărei metode vor servi în continuare cognoticianului la elaborarea unui număr de tabele decizionale necesare reprezentării cunoaşterii.

Stabilirea tipului de metodă de calculaţie în funcţie de tipul societăţii şi natura procesului de producţie se prezintă în tabelul nr. 10.6.

Tabelul nr. 10.6. *Tabelă decizională pentru stabilirea tipului de metodă*

Calificatori		Societatea face parte din categoria societăţilor		
		mari	mici	mijlocii
Procesul de producţie este de tip	Continuu	Interesul .....către o metodă de calculaţie **parţială**	Interesul .....către o metodă de calculaţie **totală**	Interesul .....către o metodă de calculaţie **totală**
	Discontinuu	Interesul .....către o metodă de calculaţie **totală**	Interesul .....către o metodă de calculaţie **totală**	Interesul .....către o metodă de calculaţie **totală**

Scanned with OKEN Scanner

Stabilirea metodei de calculaţie în funcţie de tipul metodei şi gruparea cheltuielilor societăţii se prezintă în tabelul nr. 10.7.

Tabelul nr. 10.7. *Tabelă decizională pentru stabilirea metodei după tip şi cheltuieli*

Calificatori		Interesul conducerii se îndreaptă către o metoda de calculaţie	
		Parţială	**Totală**
Cheltuielile sunt grupate în	Directe-Indirecte	**S – FC 6** **C – FC 6** **F – FC 5** **G – FC 3** **D – FC 8** **I – FC 1**	**S – FC 7** **C – FC 6** **F – FC 7** **G – FC 5** **D – FC 2** **I – FC 6**
	Fixe-Variabile	**S – FC 5** **C – FC 5** **F – FC 5** **G – FC 3** **D – FC 6** **I – FC 9**	**S – FC 7** **C – FC 5** **F – FC 5** **G – FC 3** **D – FC 6** **I – FC 4**

Notă: Litera (S, C, F, G, D, I) reprezintă metoda de calculaţie, iar FC reprezintă factorul de certitudine ataşat.

Stabilirea metodei de calculaţie în funcţie de interesul conducerii şi producţia societăţii se prezintă în tabelul nr. 10.8.

Tabelul nr. 10.8. *Tabelă decizională pentru stabilirea metodei după interesul conducerii şi producţie*

Calificatori		Interesul conducerii se îndreaptă către o metodă de calculaţie	
		Parţială	**Totală**
Producţia societăţii este	de masă	**S – FC 2** **C – FC 2** **F – FC 2** **G – FC 7** **D – FC 6** **I – FC 6**	**S – FC 6** **C – FC 6** **F – FC 6** **G – FC 1** **D – FC 2** **I – FC 2**
	de serie	**S – FC 1** **C – FC 1** **F – FC 7** **G – FC 1** **D – FC 3** **I – FC 3**	**S – FC 8** **C – FC 8** **F – FC 1** **G – FC 6** **D – FC 3** **I – FC 3**
	omogenă pe comenzi sezonieră	**S – FC 4** **C – FC 4** **F – FC 4** **G – FC 4** **D – FC 8** **I – FC 8**	**S – FC 8** **C – FC 8** **F – FC 8** **G – FC 8** **D – FC 4** **I – FC 4**

Stabilirea metodei de calculaţie în funcţie de mai mulţi calificatori se prezintă în tabelul nr. 10.9.

Scanned with OKEN Scanner

Tabelul nr. 10.9. *Tabelă decizională pentru stabilirea metodei cu mai mulţi calificatori*

Calificatori OR / AND	Domeniul de activitate este în				
	Comerţ	Transport	Servicii	Agricultură	Industrie
Producţia societăţii este de **masă**	S – FC 1 C – FC 7 F – FC 6 G – FC 8 D – FC 5 I – FC 1			S – FC 9 C – FC 3 F – FC 4 G – FC 2 D – FC 7 I – FC 9	
Cheltuielile societăţii sunt grupate în **fixe-variabile**					
Societatea face parte din categoria societăţilor **mici** sau **mijlocii**					
Procesul de producţie este de tip **discontinuu**					
Producţia societăţii este de **pe comenzi** sau **sezonieră**	G – FC 7		C – FC 8 G – FC 8		C – FC 8

Stabilirea metodei de calculaţie în funcţie de interesul calculării unor abateri de la standard se prezintă în tabelul nr. 10.10.

Tabelul nr. 10.10. *Tabelă decizională pentru stabilirea metodei după abaterile de la standard*

Se calculează abateri de la standard	
Da	Nu
S – FC 9 C – FC 9 F – FC 3 G – FC 3 D – FC 3 I – FC 3	S – FC 3 C – FC 3 F – FC 9 G – FC 9 D – FC 9 I – FC 9

10.3.1.4. Conceperea prototipului de sistem expert SYSCOST

Piesele de cunoaştere achiziţionate de la experţi se vor prelua în baza de cunoştinţe a sistemului SYSCOST cu ajutorul generatorului de sisteme expert. Această dezvoltare presupune la rândul său parcurgerea următoarelor etape:

- stabilirea alegerilor sau selecţiilor (subscopurile);
- stabilirea calificatorilor utilizaţi sau a premiselor şi condiţiilor;
- stabilirea parametrilor de lucru ai viitorului prototip.

a) Stabilirea subscopurilor de atins constă, în cazul de faţă, în precizarea listei metodelor de calculaţie din care sistemul expert o va indica pe cea adecvată condiţiilor concrete de desfăşurare a obiectului de activitate în cadrul unei unităţi patrimoniale. Astfel vom avea de declarat cele 6 (şase) metode precizate prin regulament.

b) Stabilirea calificatorilor se va realiza printr-o sinteză corelată a principalelor caracteristici specifice fiecărei metode. Se ajunge la următoarea sinteză:

- Societatea face parte din categoria societăţilor

1. mari
2. mici
3. mijlocii

Scanned with OKEN Scanner

- Procesul de producţie este de tip
1. continuu
2. discontinuu
- Interesul conducerii se îndreaptă către o metodă de calculaţie
1. parţială
2. totală
- Cheltuielile sunt grupate în

directe-indirecte
fixe-variabile

- Producţia societăţii este
1. de masă
2. de serie
3. omogenă (simplă)
4. pe comenzi
5. sezonieră
- Domeniul de activitate este în
1. comerţ
2. agricultură
3. industrie
4. transport
5. servicii
- Se calculează abateri de la standard
1. Da
2. Nu

c) Stabilirea parametrilor de lucru constă în precizarea următoarelor aspecte:

metoda de lucru cu factorii de certitudine, în cazul nostru un număr întreg din intervalul 0-10;

- apelarea unui program extern;
- modul de afişare şi parcurgere a bazei de reguli;
- stabilirea de mesaje standard etc.

După realizarea primelor trei etape ale dezvoltării, reprezentarea cunoaşterii este o sarcină complexă. Generatorul EXSYS Professional permite reprezentarea cunoaşterii, în principal, cu ajutorul metodei regulilor de producţie. Prezentăm în cele ce urmează structura bazei de cunoştinţe generată de EXSYS.

Subject:
Selectarea unei metode de calculatie a costurilor
Author:
AITA
Starting text:
Acest sistem expert sfatuieste managerul financiar al unei intreprinderi in alegerea unei metode de calculatie a costului în functie de urmatoarele particularitati: * marimea societatii; * tipul procesului de productie; * categoria metodelor agreate de echipa manageriale, etc.
Ending text:
Metodele de calculatie a costurilor apropiate de specificul societatii dvs. vor fi afisate in lista urmatoare!!! ATENTIE UN SET DE RASPUNSURI CORECTE VA AVEA CA EFECT un sfat bun !!!

Scanned with OKEN Scanner

Uses all applicable rules in data derivations.
Probability System: 0 - 10
DISPLAY THRESHOLD: 1
QUALIFIERS:

1 Societatea face parte din categoria societăţilor
mari
mici
mijlocii
2 Procesul de producţie este de tip
continuu
discontinuu
3 Interesul conducerii se îndreapta catre o metodă de calculaţie
parţială
totală
4 Cheltuielile sunt grupate în
directe-indirecte
fixe-variabile
5 Producţia societăţii este
de masă
de serie
omogenă (simplă)
pe comenzi
sezonieră
6 Domeniul de activitate este în
comerţ
agricultura
industrie
transport
servicii
7 Se calculează abateri de la standard
Da
Nu

CHOICES:
1 Metoda standard cost (S)
2 Metoda pe comenzi (C)
3 Metoda pe faze (F)
4 Metoda globală (G)
5 Metoda costurilor directe (D)
6 Metoda direct costing (I)
RULES:

RULE NUMBER: 1
IF:
Societatea face parte din categoria societăţilor **mari**
and Procesul de producţie este de tip **continuu**
THEN:
Interesul conducerii se îndreaptă către o metodă de calculaţie **parţială**

NOTE:
Este regula după care se face selecţia metodei de calculaţie în totale şi parţiale
REFERENCE:
Carstea, Gh., Oprea, C., Calculaţia costurilor, EDP, Bucureşti, 1980, p. 150-160
RULE NUMBER: 2
IF:
Cheltuielile sunt grupate în **directe-indirecte**
and Interesul conducerii se îndreaptă către o metodă de calculaţie **parţială**
THEN:
Metoda standard cost (S) - Confidence=6/10
and Metoda pe comenzi (C) - Confidence=6/10
and Metoda pe faze (F) - Confidence=5/10
and Metoda globala (G) - Confidence=3/10
and Metoda costurilor directe (D) - Confidence=8/10
and Metoda direct costing (I) - Confidence=1/10
RULE NUMBER: 3
IF:
Interesul conducerii se îndreaptă către o metodă de calculaţie **parţială**
and Cheltuielile sunt grupate în **fixe-variabile**
THEN:
Metoda standard cost (S) - Confidence=5/10
and Metoda pe comenzi (C) - Confidence=5/10
and Metoda pe faze (F) - Confidence=5/10
and Metoda globală (G) - Confidence=3/10
and Metoda costurilor directe (D) - Confidence=6/10
and Metoda direct costing (I) - Confidence=9/10
RULE NUMBER: 4
IF:
Interesul conducerii se îndreaptă către o metodă de calculaţie **totală**
and Cheltuielile sunt grupate în **directe-indirecte**
THEN:
Metoda standard cost (S) - Confidence=7/10
and Metoda pe comenzi (C) - Confidence=6/10
and Metoda pe faze (F) - Confidence=7/10
and Metoda globală (G) - Confidence=5/10
and Metoda costurilor directe (D) - Confidence=2/10
and Metoda direct costing (I) - Confidence=6/10
RULE NUMBER: 5
IF:
Interesul conducerii se îndreaptă către o metodă de calculaţie **totală**
and Cheltuielile sunt grupate în **fixe-variabile**
THEN:
Metoda standard cost (S) - Confidence=7/10
and Metoda pe comenzi (C) - Confidence=5/10
and Metoda pe faze (F) - Confidence=5/10
and Metoda globală (G) - Confidence=3/10
and Metoda costurilor directe (D) - Confidence=6/10
and Metoda direct costing (I) - Confidence=4/10
RULE NUMBER: 6

Scanned with OKEN Scanner

IF:
Producția societății este de masă
and Interesul conducerii se îndreaptă către o metodă de calculație **parțială**
THEN:
Metoda standard cost (S) - Confidence=2/10
and Metoda pe comenzi (C) - Confidence=2/10
and Metoda pe faze (F) - Confidence=2/10
and Metoda globală (G) - Confidence=7/10
and Metoda direct costing (I) - Confidence=6/10
and Metoda direct costing (I) - Confidence=6/10
RULE NUMBER: 7
IF:
Interesul conducerii se îndreaptă către o metodă de calculație **totală**
and Producția societății este de **masă**
THEN:
Metoda standard cost (S) - Confidence=6/10
and Metoda pe comenzi (C) - Confidence=6/10
and Metoda pe faze (F) - Confidence=6/10
and Metoda globală (G) - Confidence=1/10
and Metoda costurilor directe (D) - Confidence=2/10
and Metoda direct costing (I) - Confidence=2/10
RULE NUMBER: 8
IF:
Interesul conducerii se îndreaptă către o metodă de calculație **parțială**
and Producția societății este de **serie**
THEN:
Metoda standard cost (S) - Confidence=1/10
and Metoda pe comenzi (C) - Confidence=1/10
and Metoda pe faze (F) - Confidence=7/10
and Metoda globală (G) - Confidence=1/10
and Metoda costurilor directe (D) - Confidence=3/10
and Metoda direct costing (I) - Confidence=3/10
RULE NUMBER: 9
IF:
Interesul conducerii se îndreaptă către o metodă de calculație **totală**
and Producția societății este de **serie**
THEN:
Metoda standard cost (S) - Confidence=8/10
and Metoda pe comenzi (C) - Confidence=8/10
and Metoda pe faze (F) - Confidence=1/10
and Metoda globală (G) - Confidence=6/10
and Metoda costurilor directe (D) - Confidence=3/10
and Metoda direct costing (I) - Confidence=3/10
RULE NUMBER: 10
IF:
Interesul conducerii se îndreaptă către o metodă de calculație **parțială**
and Producția societății este **omogenă (simpla)** OR **pe comenzi** OR **sezonieră**
THEN:
Metoda standard cost (S) - Confidence=4/10

Scanned with OKEN Scanner

and Metoda pe comenzi (C) - Confidence=4/10
and Metoda pe faze (F) - Confidence=4/10
and Metoda globală (G) - Confidence=4/10
and Metoda costurilor directe (D) - Confidence=8/10
and Metoda direct costing (I) - Confidence=8/10
RULE NUMBER: 11
IF:
Interesul conducerii se îndreaptă către o metodă de calculaţie **totală**
and Producţia societăţii este **omogenă (simplă)** OR **pe comenzi** OR **sezonieră**
THEN:
Metoda standard cost (S) - Confidence=8/10
and Metoda pe comenzi (C) - Confidence=8/10
and Metoda pe faze (F) - Confidence=8/10
and Metoda globală (G) - Confidence=8/10
and Metoda costurilor directe (D) - Confidence=4/10
and Metoda direct costing (I) - Confidence=4/10
RULE NUMBER: 12
IF:
Producţia societăţii este de **masă**
and Cheltuielile sunt grupate în **fixe-variabile**
and Societatea face parte din categoria societăţilor **mici** OR **mijlocii**
and Procesul de producţie este de tip **discontinuu**
and Domeniul de activitate este în **comert** OR **transport** OR **servicii**
THEN:
Metoda standard cost (S) - Confidence=9/10
and Metoda pe comenzi (C) - Confidence=3/10
and Metoda pe faze (F) - Confidence=4/10
and Metoda globală (G) - Confidence=2/10
and Metoda costurilor directe (D) - Confidence=7/10
and Metoda direct costing (I) - Confidence=9/10
RULE NUMBER: 13
IF:
Producţia societăţii este de **masă**
and Cheltuielile sunt grupate în **fixe-variabile**
and Societatea face parte din categoria societăţilor **mici** OR **mijlocii**
and Procesul de producţie este de tip **discontinuu**
and Domeniul de activitate este în **agricultură** OR **industrie**
THEN:
Metoda standard cost (S) - Confidence=1/10
and Metoda pe comenzi (C) - Confidence=7/10
and Metoda pe faze (F) - Confidence=6/10
and Metoda globală (G) - Confidence=8/10
and Metoda costurilor directe (D) - Confidence=5/10
and Metoda direct costing (I) - Confidence=1/10
RULE NUMBER: 14
IF:
Producţia societăţii este pe **comenzi** OR **sezonieră**
and Domeniul de activitate este în **comert** OR **transport**
THEN:

Scanned with OKEN Scanner

Metoda globală (G) - Confidence=7/10
RULE NUMBER: 15
IF:
Producţia societăţii este pe **comenzi** OR **sezonieră**
and Domeniul de activitate este în **agricultură** OR **servicii**
THEN:
Metoda pe comenzi (C) - Confidence=8/10
and Metoda globală (G) - Confidence=8/10
RULE NUMBER: 16
IF:
Producţia societăţii este pe **comenzi** OR **sezonieră**
and Domeniul de activitate este în **industrie**
THEN:
Metoda pe comenzi (C) - Confidence=8/10
RULE NUMBER: 17
IF:
Se calculează abateri de la standard **Da**
THEN:
Metoda standard cost (S) - Confidence=9/10
and Metoda pe comenzi (C) - Confidence=9/10
and Metoda pe faze (F) - Confidence=3/10
and Metoda globală (G) - Confidence=3/10
and Metoda costurilor directe (D) - Confidence=3/10
and Metoda direct costing (I) - Confidence=3/10
ELSE:
Metoda standard cost (S) - Confidence=3/10
and Metoda pe comenzi (C) - Confidence=3/10
and Metoda pe faze (F) - Confidence=9/10
and Metoda globala (G) - Confidence=9/10
and Metoda costurilor directe (D) - Confidence=9/10
and Metoda direct costing (I) - Confidence=9/10

Scanned with OKEN Scanner

10.3.1.5. Testarea prototipului de sistem expert SYSCOST

Pentru studiul testării, vom prezenta, în cele ce urmează, succesiunea logică a imaginii machetelor de ecran, care intervin la execuția prototipului de sisttem expert SYSCOST.

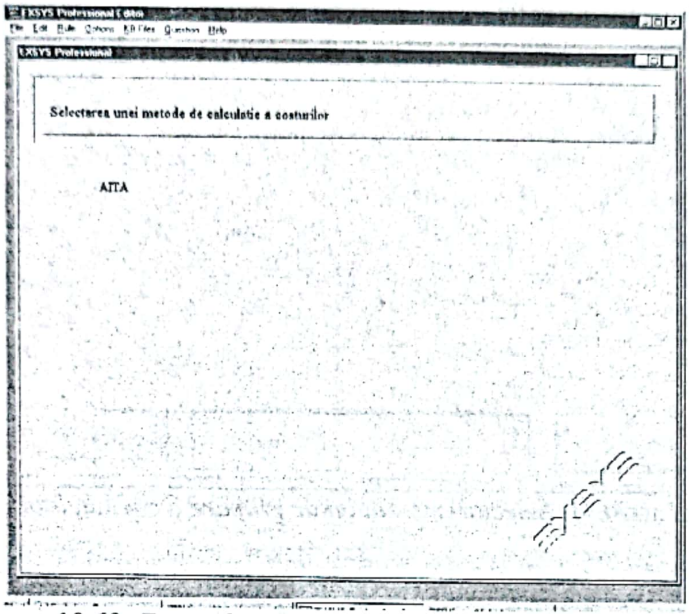


Fig. nr.10.69. *Ecran de prezentare a subiectului bazei de cunoştinţe*

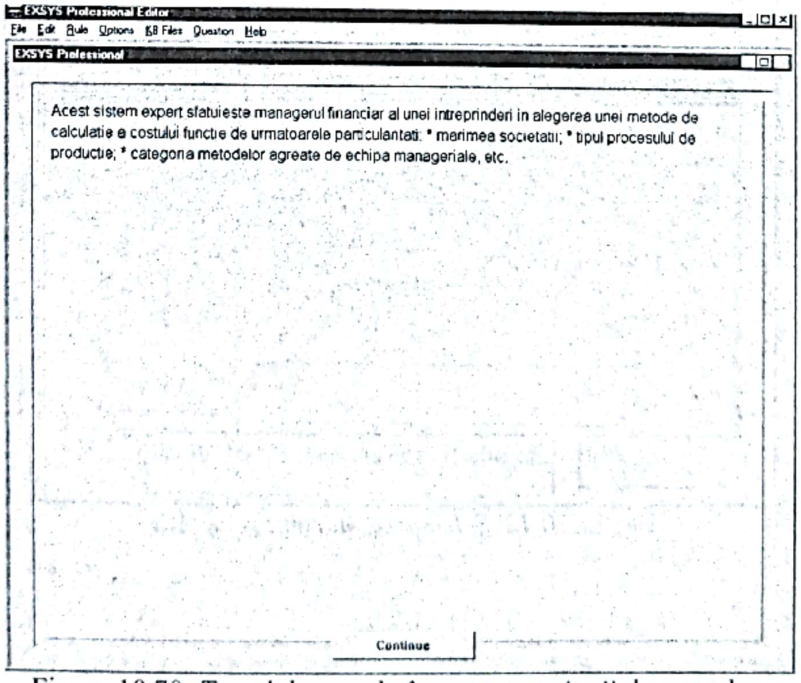


Fig. nr.10.70. *Textul de start la începerea sesiunii de consultare*

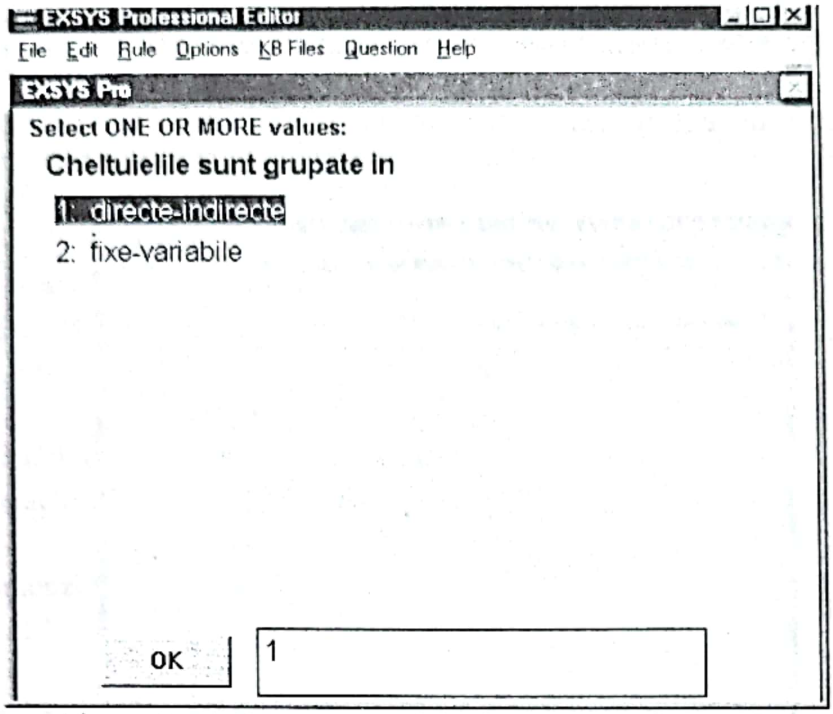


Fig. nr.10.71. *Selectarea modului de grupare a cheltuielilor*

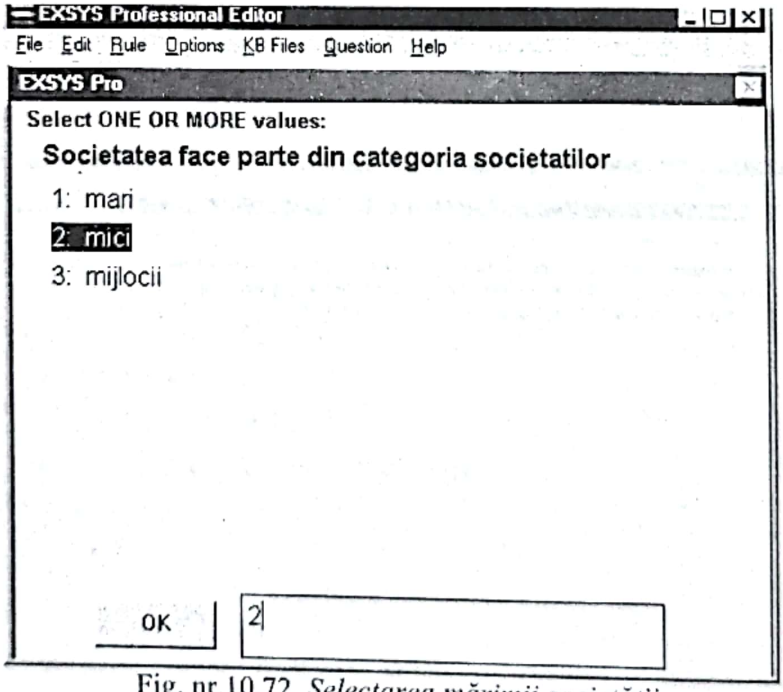


Fig. nr.10.72. *Selectarea mărimii societăţii*

Scanned with OKEN Scanner

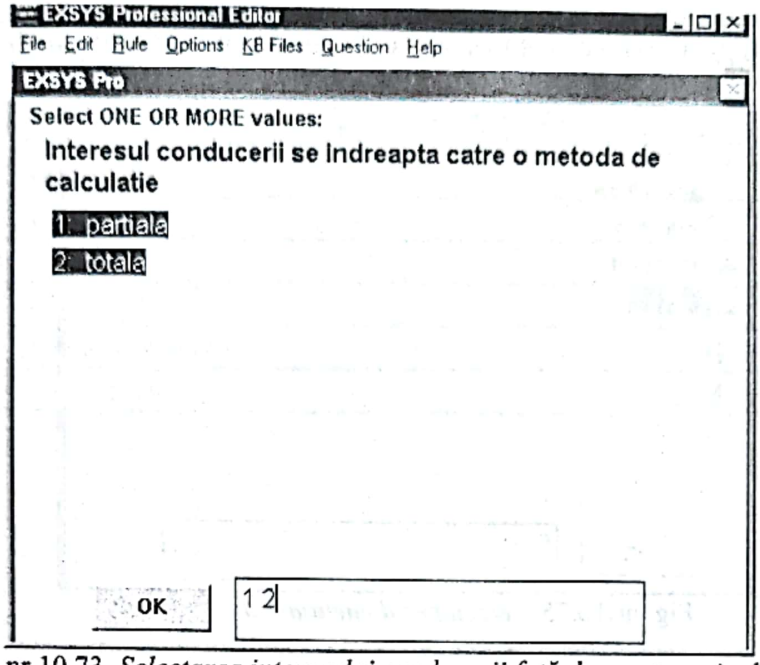


Fig. nr.10.73. *Selectarea interesului conducerii față de o categorie de metode*

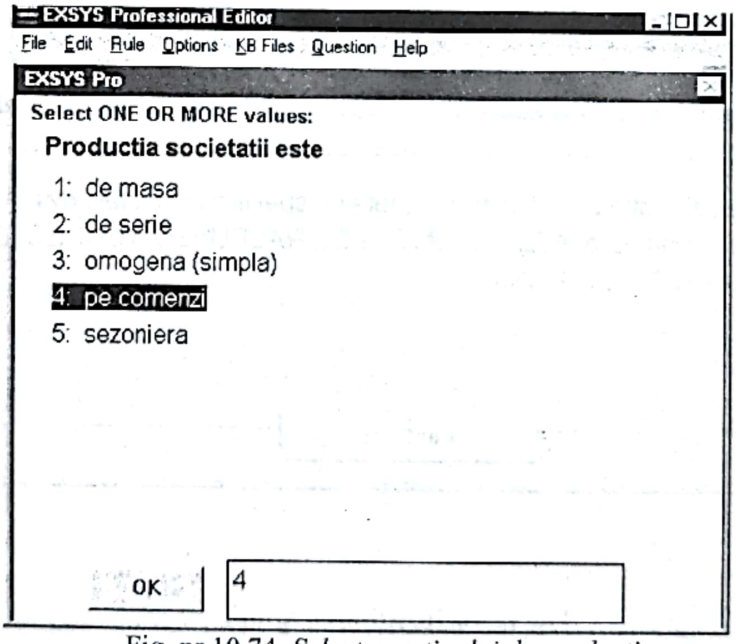


Fig. nr.10.74. *Selectarea tipului de producție*

Scanned with OKEN Scanner

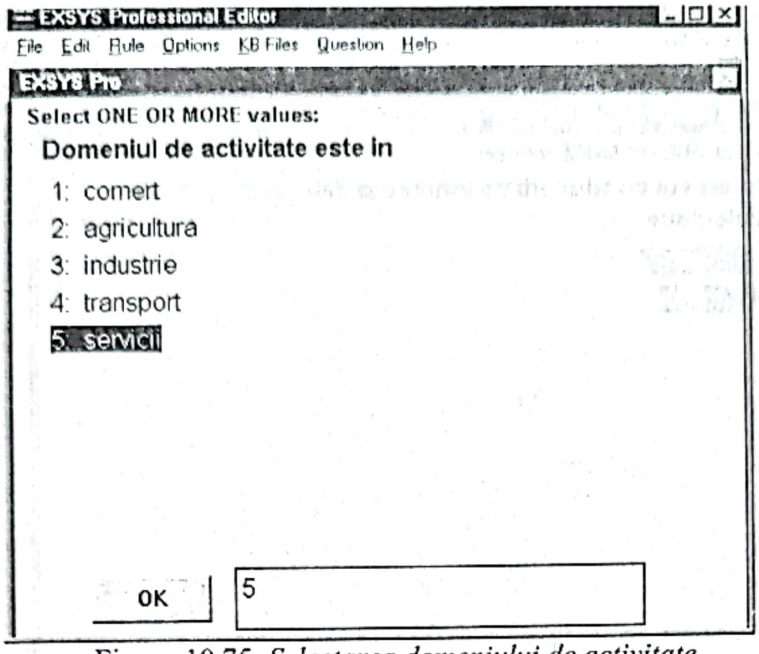


Fig. nr.10.75. *Selectarea domeniului de activitate*

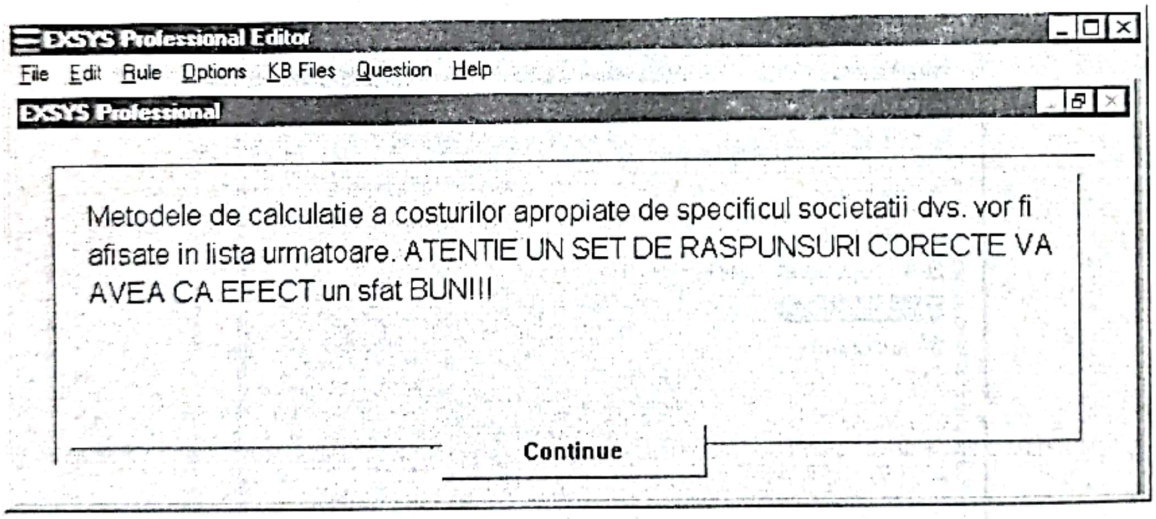


Fig. nr.10.76. *Afişarea textului de sfârşit*

Scanned with OKEN Scanner

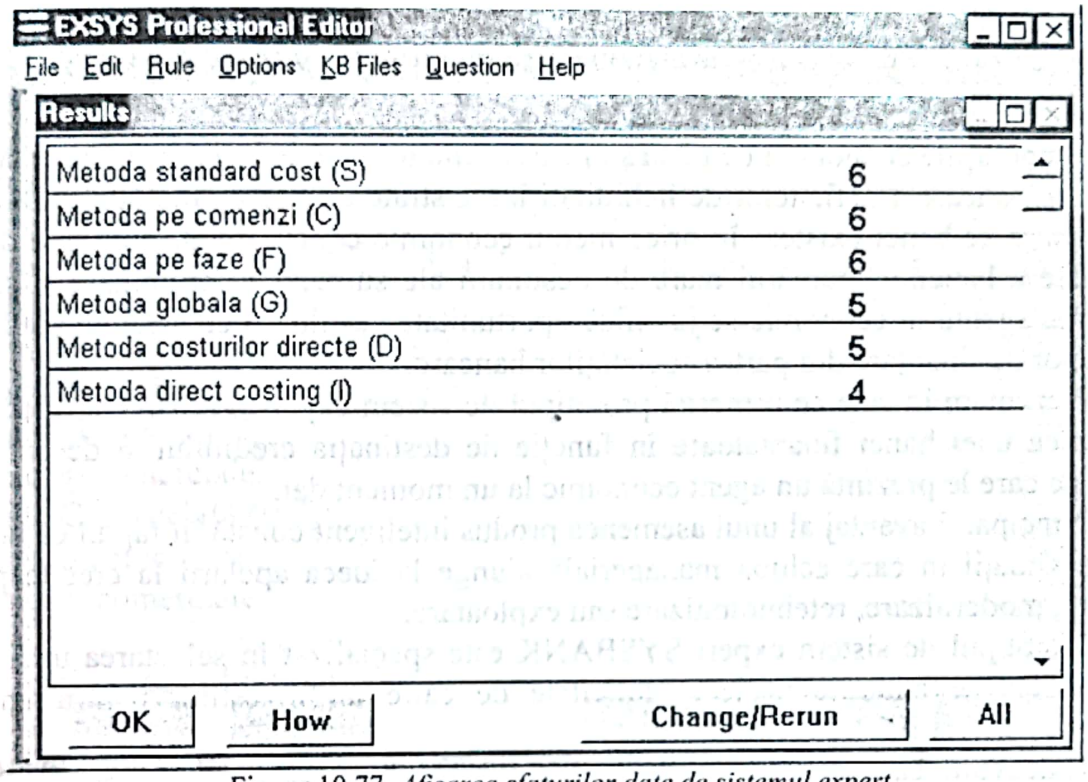


Fig. nr.10.77. *Afişarea sfaturilor date de sistemul expert*

Scanned with OKEN Scanner

10.3.2. SYSBANK – Prototip de sistem expert pentru selectarea unei bănci

10.3.2.1. Identificarea problemei

În condiţiile economiei de piaţă se face simţită tot mai des nevoia apelării la surse de finanţare bancare a deficitelor de lichidităţi înregistrate la diferite momente. Dat fiind numărul mare de bănci existent în orice mediu economic concurenţial, politicile diferite de creditare a băncilor, numărul mare de destinaţii ale sumelor împrumutate şi situaţia financiară a agentului economic se justifică oportunitatea evaluării cu sisteme inteligente a variantelor de finanţare din partea societăţilor bancare.

Prezentăm în cele ce urmează prototipul de sistem expert SYSBANK specializat în selectarea unei bănci finanţatoare în funcţie de destinaţia creditului şi de condiţiile concrete pe care le prezintă un agent economic la un moment dat.

Principalul avantaj al unui asemenea produs inteligent constă în faptul că poate fi folosit în situaţii în care echipa managerială ajunge la ideea apelării la credite pentru dezvoltare, modernizare, retehnologizare sau exploatare.

Prototipul de sistem expert SYSBANK este specializat în selectarea unei bănci care să finanţeze anumite proiecte solicitate de către un investitor pentru una din următoarele destinaţii:

1. dezvoltarea activităţii;
2. modernizarea activităţii;
4. acoperirea necesarului de fond de rulment;
5. producţie destinată exportului;
7. credite de trezorerie.

10.3.2.2. Achiziţia cunoaşterii

Din interviul cognoticianului cu expertul uman şi din consultarea documentaţiilor suport pentru întocmirea dosarelor de creditare s-a extras următorul set de piese de cunoaştere:

- Domeniul de activitate finanţat de bănci;
- Destinaţia creditului;

Scopul acestui sistem expert constă în a recomanda o bancă cu care să se negocieze termenii contractului de creditare pentru una dintre destinaţiile precizate mai sus. Aceste scopuri sunt exemplificate cu Banca A, Banca B şi Banca C.

În activitatea de dezvoltare a prototipului de sistem expert se mai poate ţine cont şi de aspecte cum sunt:

1. Procente maxime de creditare;
2. Dobânda percepută;
3. Valoarea garanţiilor solicitate.

În interes didactic considerăm că rezolvarea problemei pentru un număr de trei bănci la alegere, cu cele două piese de cunoaştere prezentate mai sus (domeniul de activitate finanţat de bănci şi destinaţia creditului) constituie un model care poate fi ulterior uşor de extins.

Scanned with OKEN Scanner

Pentru a pune în evidenţă modul de lucru, facem precizarea că un utilizator se poate prezenta cu o fişă care să cuprindă informaţii despre cele trei bănci la care trebuie să se orienteze în vederea efectuării cererii de creditare. Prezentăm mai jos un exemplu de asemenea fişă.

a) Beneficiarii specifici ai creditelor sunt grupaţi astfel:

La Banca Agricolă (BA):

1. Societăţi agricole;
2. Regii autonome din agricultură, industrie alimentară, silvicultură şi gospodărirea apelor;
3. Fermieri asociaţi sau individuali.

La Banc Post (BP):

1. Alte regii autonome;
2. Societăţi comerciale.

La Banca Comercială (BC):

1. Alte regii autonome;
2. Societăţi comerciale.

b) Destinaţia creditului poate fi:

La Banca Agricolă:

1. acoperirea necesarului de fond de rulment
2. dezvoltarea activităţii;
3. modernizarea activităţii;
4. producţie destinată exportului

La Banc Post:

1. dezvoltarea activităţii;
2. modernizarea activităţii;
3. acoperirea necesarului de fond de rulment;

La Banca Comercială:

1. dezvoltarea activităţii;
2. modernizarea activităţii;
3. acoperirea necesarului de fond de rulment;
4. producţie destinată exportului;
5. credite de trezorerie.

Calificatorii asociaţi celor două aspecte precizate mai sus sunt:

Domeniul de activitate în care se încadrează agentul economic:

1. Societăţi agricole cu capital privat, de stat şi mixt;
2. Regii autonome din agricultură, industrie alimentară, silvicultură şi gospodărirea apelor;
3. Fermieri asociaţi sau individuali.
4. Alte regii autonome;
5. Societăţi comerciale cu capital privat, de stat şi mixt.

Destinaţia creditului este:

1. dezvoltarea activităţii;
2. modernizarea activităţii;

Scanned with OKEN Scanner

3. acoperirea necesarului de fond de rulment;
4. producţie destinată exportului;
5. credite de trezorerie.

Corespunzător celor trei bănci evaluate vom avea pentru fiecare câte un set de doi calificatori, la care se vor adăuga doi pentru solicitantul creditului; în total vor fi 8 calificatori. Distribuţia celor opt calificatori este prezentată în tabelul nr. 10.11.

Tabelul nr. 10.11. *Distribuţia calificatorilor*

Domeniul de activitate în care se încadrează agentul economic (Q1)			***Destinaţia creditului este (Q2)***		
Banca A	Banca B	Banca C	Banca A	Banca B	Banca C
Q3	Q4	Q5	Q6	Q7	Q8

Pentru a oferi flexibilitate în utilizarea sistemului SYSBANK ataşăm fiecărei bănci câte o variabilă de tip şir codificată : B_A[71], B_B, B_C. În toate rapoartele care le vom afişa va apărea numele băncii corespondente variabilei.

Punctajul pe care îl poate înregistra o societate se va memora într-o variabilă numerică corespunzătoare fiecărei bănci, adică P_A, P_B, P_C. La evaluarea punctajului acordat fiecărei bănci se va ţine cont de faptul dacă domeniul de activitate al solicitantului corespunde parţial sau total cu domeniile de activitate creditate de bancă. În cazul în care corespunde domeniul, la valoarea din variabila corespunzătoare se adună 1, iar în cazul în care corespunde şi destinaţia se va aduna valoarea 2.

În funcţie de raportul existent între P_A, P_B şi P_C se stabilesc factorii de certitudine ataşaţi scopurilor pe scara 0-10 (vezi tabelul 10.12).

Tabelul nr. 10.12. *Tabelul decizională pentru atingerea scopurilor*

Valori	[P_A]>=[P_C]	[P_B]>=[P_C]	[P_A]>=[P_B]	[P_B]>=[P_A]
[P_B]>=[P_A]	Banca B – FC 9/10 Banca A – FC 6/10 Banca C – FC 4/10	*	*	*
[P_C]>=[P_B]	Banca A – FC 9/10 Banca C – FC 6/10 Banca B – FC 4/10	*	*	Banca C – FC 9/10 Banca B – FC 6/10 Banca A – FC 4/10
[P_C]>=[P_A]	*	Banca B – FC 9/10 Banca C – FC 6/10 Banca A – FC 4/10	Banca C – FC 9/10 Banca A – FC 6/10 Banca B – FC 4/10	*
P_A]>=[P_B]	*	Banca B – FC 6/10 Banca C – FC 4/10 Banca A – FC 9/10	*	*

Rapoartele afişate după consultarea prototipului de sistem expert sunt structurate astfel: raport de consultare pentru Banca A (BancaA.dat), Raport de consultare pentru Banca B (BancaB.dat), raport de consultare pentru Banca C (BancaC.dat) şi raport decizional (Deciz.dat). Modalitatea de organizare a raportului BancaA.dat se prezintă astfel:

[71] B – de la banca şi A – de la banca A.

Scanned with OKEN Scanner

Sesiune consultare SYSBANK de către solicitantul: CABLERO Srl Iaşi
Raport privind selectarea băncii: Banca Agricolă Iaşi Profilul finanţat de Banca A A Societăţi agricole AND A Regii autonome din agricultură, industrie alimentară, silvicultură şi gospodărirea apelor AND A Fermieri asociaţi sau individuali
Banca A finanţează în special următoarele destinaţii A dezvoltarea activităţii AND A modernizarea activităţii AND A acoperirea necesarului de fond de rulment AND A producţia destinată exportului
În aceste condiţii banca: Banca Agricolă Iaşi a obţinut punctajul: 6 Consultaţi cu atenţie rezultatele celorlalte bănci şi raportul decizional final !!!

Raportul decizional final se prezintă cu imaginea de mai jos:

Sesiune consultare SYSBANK de către solicitantul: CABLERO Srl Iaşi
Punctaj: Banca Agricolă Iaşi 6
Punctaj: Banc Post 4
Punctaj: Banca Comercială 6
Consultaţi cu atenţie acest raport decizional final !!!

Pentru preluarea răspunsurilor de la utilizator folosim următoarele machete de ecran:

- macheta de ecran pentru încadrarea solicitantului de credit (vezi figura nr. 10.78.);
- macheta de ecran pentru încadrarea ofertei bancare (vezi figura nr. 10.79.)

Scanned with OKEN Scanner

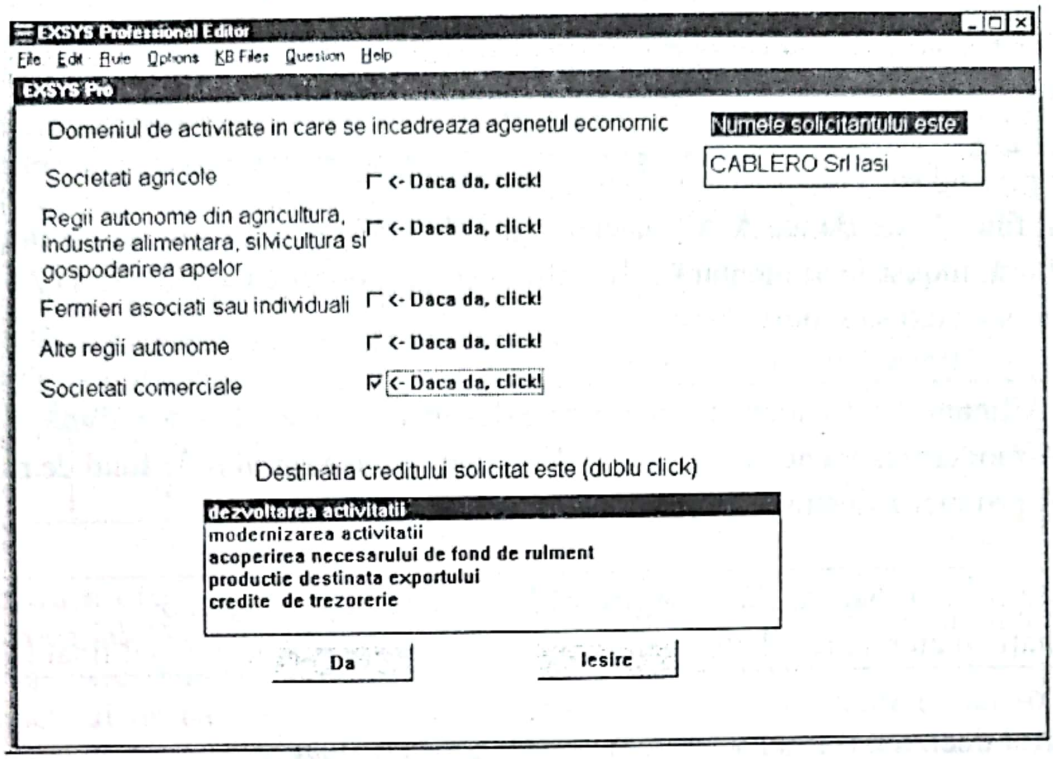


Fig. nr.10.78. *Macheta de ecran pentru introducerea datelor solicitantului de credit*

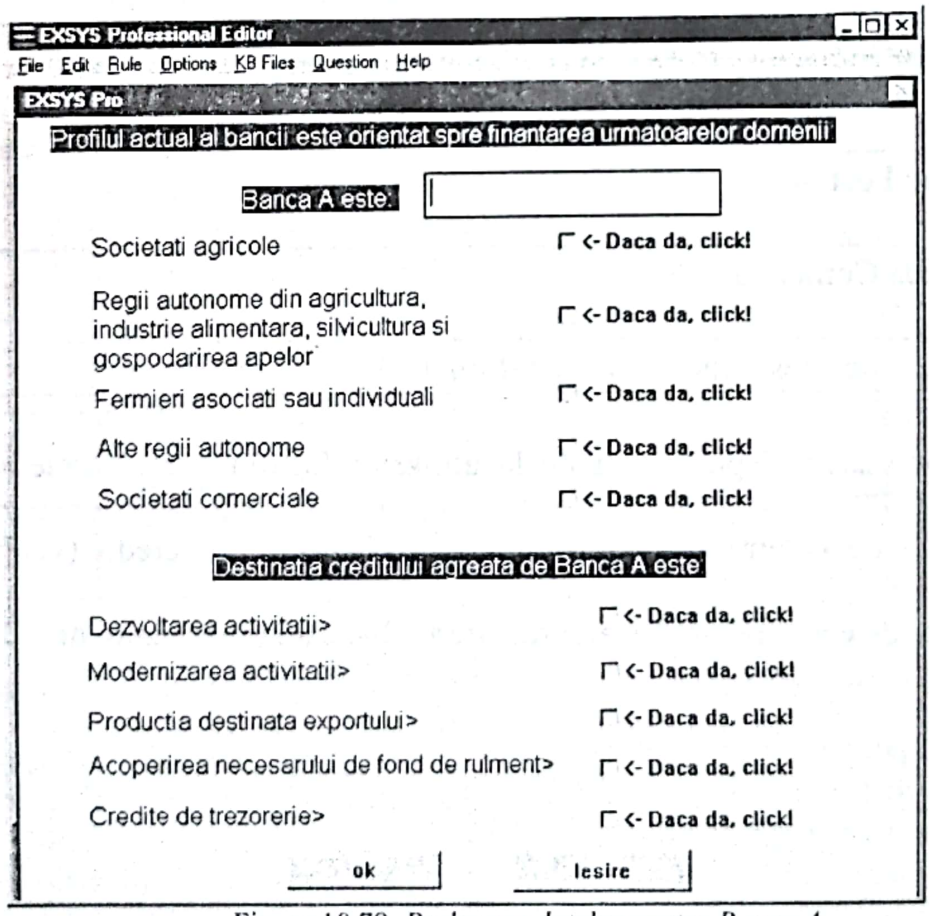


Fig. nr.10.79. *Preluarea datelor pentru Banca A*

Scanned with OKEN Scanner

10.3.2.3. Reprezentarea cunoaşterii

Baza de cunoştinţe după reprezentarea cunoaşterii din domeniu se prezintă astfel:

Subject:
Selectarea unei variante de finanţare de la o bancă
Author:
AITA
Starting text:
Prezentul prototip SYSBANK realizează consilierea unui solicitant de credite în etapa de selecţie a unei bănci finanţatoare în funcţie de obiectul de activitatea şi destinaţiile pe care le finanţeaza banca.
Ending text:
Răspunsurile date stau la baza formulării următorului sfat.
Uses all applicable rules in data derivations.
Probability System: 0 - 10
DISPLAY THRESHOLD: 0

QUALIFIERS:
1 Domeniul de activitate în care se încadrează agentul economic:
Societăţi agricole
Regii autonome din agricultură, industrie alimentară, silvicultură şi gospodărirea apelor
Fermieri asociaţi sau individuali
Alte regii autonome
Societăţi comerciale
2 Destinaţia creditului este
dezvoltarea activităţii
modernizarea activităţii
acoperirea necesarului de fond de rulment
producţie destinată exportului
credite de trezorerie
3 Profilul finantat de Banca A
A Societăţi agricole
A Regii autonome din agricultură, industrie alimentară, silvicultură şi gospodărirea apelor
A Fermieri asociaţi sau individuali
A Alte regii autonome
A Societăţi comerciale
4 Profilul finanţat de Banca B
B Societăţi agricole
B Regii autonome din agricultură, industrie alimentară, silvicultură şi gospodărirea apelor
B Fermieri asociaţi sau individuali
B Alte regii autonome
B Societăţi comerciale
5 Profilul finanţat de Banca C
Societăţi agricole
Regii autonome din agricultură, industrie alimentară, silvicultură şi gospodărirea apelor
Fermieri asociaţi sau individuali
Alte regii autonome
Societăti comerciale
6 Banca A finanţeaza în special următoarele destinaţii
A dezvoltarea activităţii
A modernizarea activităţii
A acoperirea necesarului de fond de rulment
A productia destinată exportului

Scanned with OKEN Scanner

A credite de trezorerie
7 Banca B finanţeaza în special următoarele destinaţii
B dezvoltarea activităţii
B modernizarea activităţii
B acoperirea necesarului de fond de rulment
B producţia destinată exportului
B credite de trezorerie
8 Banca C finanţeaza în special următoarele destinaţii
C dezvoltarea activităţii
C modernizarea activităţii
C acoperirea necesarului de fond de rulment
C producţia destinată exportului
C credite de trezorerie

CHOICES:
1 Banca A
2 Banca B
3 Banca C

VARIABLES:
1 B_A
Corespondenta Băncii A:
String variable
Displayed at the end of a run
2 B_B
Corespondenta Băncii B:
String variable
Displayed at the end of a run
3 B_C
Corespondenta Băncii C:
String variable
Displayed at the end of a run
4 P_B
Punctaj Banca B
Numeric variable
Displayed at the end of a run
Initialized to 0.000000
5 P_A
Punctaj Banca A
Numeric variable
Displayed at the end of a run
Initialized to 0.000000
6 P_C
Punctaj Banca C
Numeric variable
Displayed at the end of a run
Initialized to 0.000000
7 SOC
Numele solicitatorului
String variable
Displayed at the end of a run

RULES:
RULE NUMBER: 1
IF:

Scanned with OKEN Scanner

[P_B]>=[P_A]
and [P_A]>=[P_C]
THEN:
Banca B - Confidence=9/10
and Banca A - Confidence=6/10
and Banca C - Confidence=4/10
RULE NUMBER: 2
IF:
[P_A]>=[P_C]
and [P_C]>=[P_B]
THEN:
Banca A - Confidence=9/10
and Banca C - Confidence=6/10
and Banca B - Confidence=4/10
RULE NUMBER: 3
IF:
[P_B]>=[P_C]
and [P_C]>=[P_A]
THEN:
Banca B - Confidence=9/10
and Banca C - Confidence=6/10
and Banca A - Confidence=4/10
RULE NUMBER: 4
IF:
[P_C]>=[P_A]
and [P_A]>=[P_B]
THEN:
Banca C - Confidence=9/10
and Banca A - Confidence=6/10
and Banca B - Confidence=4/10
RULE NUMBER: 5
IF:
[P_C]>=[P_B]
and [P_B]>=[P_A]
THEN:
Banca C - Confidence=9/10
and Banca B - Confidence=6/10
and Banca A - Confidence=4/10
RULE NUMBER: 6
IF:
[P_B]>=[P_C]
and [P_A]>=[P_B]
THEN:
Banca B - Confidence=6/10
and Banca C - Confidence=4/10
and Banca A - Confidence=9/10
RULE NUMBER: 7
IF:
Destinaţia creditului este dezvoltarea activităţii
and Banca A finanţează în special următoarele destinaţii A dezvoltarea activităţii

THEN:
[P_A] IS GIVEN THE VALUE [P_A]+2
RULE NUMBER: 8

IF:
Destinaţia creditului este modernizarea activităţii
and Banca A finanţează în special următoarele destinaţii A modernizarea activităţii
THEN:
[P_A] IS GIVEN THE VALUE [P_A]+2
RULE NUMBER: 9
IF:
Destinaţia creditului este acoperirea necesarului de fond de rulment
and Banca A finanţeaza în special următoarele destinaţii A acoperirea necesarului de fond de rulment
THEN:
[P_A] IS GIVEN THE VALUE [P_A]+2
RULE NUMBER: 10
IF:
Destinaţia creditului este producţie destinată exportului
and Banca A finanţează în special următoarele destinaţii A producţia destinată exportului
THEN:
[P_A] IS GIVEN THE VALUE [P_A]+2
RULE NUMBER: 11
IF:
Destinaţia creditului este credite de trezorerie
and Banca A finanţează în special următoarele destinaţii A credite de trezorerie
THEN:
[P_A] IS GIVEN THE VALUE [P_A]+2
RULE NUMBER: 12
IF:
Domeniul de activitate în care se încadrează agentul economic: 0 Societăţi agricole
and Profilul finanţat de Banca A A Societăţi agricole
THEN:
[P_A] IS GIVEN THE VALUE [P_A]+1
RULE NUMBER: 13
IF:
Domeniul de activitate în care se încadrează agentul economic: 0 Regii autonome din agricultură, industrie alimentară, silvicultură şi gospodărirea apelor
and Profilul finanţat de Banca A A Regii autonome din agricultură, industrie alimentară, silvicultură şi gospodărirea apelor
THEN:
[P_A] IS GIVEN THE VALUE [P_A]+1
RULE NUMBER: 14
IF:
Domeniul de activitate în care se încadrează agentul economic: 0 Fermieri asociaţi sau individuali
and Profilul finanţat de Banca A A Fermieri asociaţi sau individuali
THEN:
[P_A] IS GIVEN THE VALUE [P_A]+1
RULE NUMBER: 15
IF:
Domeniul de activitate în care se încadrează agentul economic: 0 Alte regii autonome
and Profilul finanţat de Banca A A Alte regii autonome

Scanned with OKEN Scanner

THEN:
[P_A] IS GIVEN THE VALUE [P_A]+1
RULE NUMBER: 16
IF:
Domeniul de activitate în care se încadrează agentul economic: 0 Societăţi comerciale
and Profilul finanţat de Banca A A Societăţi comerciale
THEN:
[P_A] IS GIVEN THE VALUE [P_A]+1
RULE NUMBER: 17
IF:
Destinaţia creditului este modernizarea activităţii
and Banca C finanţează în special următoarele destinaţii C modernizarea activităţii
THEN:
[P_C] IS GIVEN THE VALUE [P_C]+2
RULE NUMBER: 18
IF:
Destinaţia creditului este acoperirea necesarului de fond de rulment
and Banca C finanţează în special următoarele destinaţii C acoperirea necesarului de fond de rulment
THEN:
[P_C] IS GIVEN THE VALUE [P_C]+2
RULE NUMBER: 19
IF:
Destinaţia creditului este producţie destinată exportului
and Banca C finanţeaza în special următoarele destinaţii C producţia destinată exportului
THEN:
[P_C] IS GIVEN THE VALUE [P_C]+2
RULE NUMBER: 20
IF:
Destinaţia creditului este credite de trezorerie
and Banca C finanţează în special următoarele destinaţii C credite de trezorerie
THEN:
[P_C] IS GIVEN THE VALUE [P_C]+2
RULE NUMBER: 21
IF:
Domeniul de activitate în care se încadrează agentul economic: 0 Regii autonome din agricultură, industrie alimentară, silvicultură şi gospodărirea apelor
and Profilul finanţat de Banca C Regii autonome din agricultură, industrie alimentară, silvicultură şi gospodărirea apelor
THEN:
[P_C] IS GIVEN THE VALUE [P_C]+1
RULE NUMBER: 22
IF:
Domeniul de activitate în care se încadrează agentul economic: 0 Fermieri asociaţi sau individuali
and Profilul finanţat de Banca C Fermieri asociaţi sau individuali

THEN:
[P_C] IS GIVEN THE VALUE [P_C]+1
RULE NUMBER: 23

IF:
Domeniul de activitate în care se încadrează agentul economic: 0 Alte regii autonome
and Profilul finanţat de Banca C Alte regii autonome
THEN:
[P_C] IS GIVEN THE VALUE [P_C]+1
RULE NUMBER: 24
IF:
Domeniul de activitate în care se încadrează agentul economic: 0 Societăţi comerciale
and Profilul finanţat de Banca C Societăţi comerciale
THEN:
[P_C] IS GIVEN THE VALUE [P_C]+1
RULE NUMBER: 25
IF:
Domeniul de activitate în care se încadrează agentul economic: 0 Societăţi agricole
and Profilul finanţat de Banca B B Societăţi agricole
THEN:
[P_B] IS GIVEN THE VALUE [P_B]+1
RULE NUMBER: 26
IF:
Domeniul de activitate în care se încadrează agentul economic: 0 Regii autonome din agricultura, industrie alimentară, silvicultură şi gospodărirea apelor
and Profilul finanţat de Banca B B Regii autonome din agricultură, industrie alimentară, silvicultură şi gospodărirea apelor
THEN:
[P_B] IS GIVEN THE VALUE [P_B]+1
RULE NUMBER: 27
IF:
Domeniul de activitate în care se încadrează agentul economic: 0 Fermieri asociati sau individuali
and Profilul finanţat de Banca B B Fermieri asociaţi sau individuali
THEN:
[P_B] IS GIVEN THE VALUE [P_B]+1
RULE NUMBER: 28
IF:
Domeniul de activitate în care se încadrează agentul economic: 0 Societăţi comerciale
and Profilul finanţat de Banca B B Societăţi comerciale
THEN:
[P_B] IS GIVEN THE VALUE [P_B]+1
RULE NUMBER: 29
IF:
Domeniul de activitate în care se încadrează agentul economic: 0 Alte regii autonome
and Profilul finanţat de Banca B B Alte regii autonome
THEN:
[P_B] IS GIVEN THE VALUE [P_B]+1
RULE NUMBER: 30
IF:
Domeniul de activitate în care se încadrează agentul economic: 0 Societati agricole
and Profilul finanţat de Banca C Societăţi agricole

Scanned with OKEN Scanner

THEN:
[P_C] IS GIVEN THE VALUE [P_C]+1
RULE NUMBER: 31
IF:
Destinaţia creditului este dezvoltarea activităţii
and Banca B finanţează în special următoarele destinaţii B dezvoltarea activităţii
THEN:
[P_B] IS GIVEN THE VALUE [P_B]+2
RULE NUMBER: 32
IF:
Destinaţia creditului este modernizarea activităţii
and Banca B finanţează în special următoarele destinaţii B modernizarea activităţii
THEN:
[P_B] IS GIVEN THE VALUE [P_B]+2
RULE NUMBER: 33
IF:
Destinaţia creditului este acoperirea necesarului de fond de rulment
and Banca B finanţeaza în special următoarele destinaţii B acoperirea necesarului de fond de rulment
THEN:
[P_B] IS GIVEN THE VALUE [P_B]+2
RULE NUMBER: 34
IF:
Destinaţia creditului este producţie destinată exportului
and Banca B finanţează în special următoarele destinaţii B producţia destinată exportului

THEN:
[P_B] IS GIVEN THE VALUE [P_B]+2
RULE NUMBER: 35
IF:
Destinaţia creditului este credite de trezorerie
and Banca B finanţează în special următoarele destinaţii B credite de trezorerie
THEN:
[P_B] IS GIVEN THE VALUE [P_B]+2
RULE NUMBER: 36
IF:
Destinaţia creditului este dezvoltarea activităţii
and Banca C finanteaza în special următoarele destinaţii C dezvoltarea activităţii

THEN:
[P_C] IS GIVEN THE VALUE [P_C]+2

Conţinutul fişierului creat pentru machetele de ecran ataşate calificatorilor se prezintă astfel:

~Q1
~SET_WIN 4, 23, 755, 465
~CURSET 24, 25

```
Domeniul de activitate în care se încadrează agenetul economic -W:470
~EDIT "[SOC]", 491, 37, 199, 30
~FOREGROUND WHITE
~BACKGROUND BLUE
~CURSET 496, 27
Numele solicitantului este: -W:200
~FOREGROUND BLACK
~BACKGROUND WHITE
~CURSET 22, 60
Societăţi agricole
~CURSET 20, 89
Regii autonome din agricultură, industrie alimentară, silvicultură şi gospodărirea apelor -W:239
~CURSET 19, 155
Fermieri asociaţi sau individuali
~CURSET 18, 184
Alte regii autonome
~CURSET 19, 213
Societăţi comerciale
~BUTTON "<- Daca da, click!", "Q 1 1", 250, 48, 144, 25 -C
~BUTTON "<- Daca da, click!", "Q 1 2", 250, 75, 152, 39 -C
~BUTTON "<- Daca da, click!", "Q 1 3", 250, 124, 142, 45 -C
~BUTTON "<- Daca da, click!", "Q 1 4", 250, 165, 157, 25 -C
~BUTTON "<- Daca da, click!", "Q 1 5", 250, 187, 147, 40 -C
~LIST "Q2" 135, 289, 408, 100 -Q2 -I
~BUTTON "Da", "", 182, 393, 100, 27 -I
~BUTTON "Ieşire", "!Exit", 371, 393, 100, 27 -I
~CURSET 171, 275
Destinaţia creditului solicitat este (dublu click) -W:354
~CURSET 139, 41
~END

~Q6
~SET_WIN 4, 23, 583, 676
~FOREGROUND WHITE
~BACKGROUND BLUE
~CURSET 23, 21
Profilul actual al băncii este orientat spre finanţarea următoarelor domenii:
~BUTTON "<- Daca da, click!", "Q 3 5", 351, 241, 154, 25 -C
~BUTTON "<- Daca da, click!", "Q 3 3", 351, 163, 142, 45 -C
~BUTTON "<- Daca da, click!", "Q 3 2", 351, 115, 150, 39 -C
~BUTTON "<- Daca da, click!", "Q 3 1", 351, 74, 140, 25 -C
~FOREGROUND BLACK
~BACKGROUND WHITE
~CURSET 53, 257
Societăţi comerciale -W:144
~CURSET 52, 224
Alte regii autonome -W:136
~CURSET 51, 192
Fermieri asociaţi sau individuali -W:221
~CURSET 50, 127
Regii autonome din agricultură, industrie alimentară, silvicultură şi gospodărirea apelor -W:240
~CURSET 49, 92
Societăţi agricole -W:123
~FOREGROUND WHITE
~BACKGROUND BLUE
```

Scanned with OKEN Scanner

```
~CURSET 146, 62
Banca A este: -W:105
~EDIT "[B_A]", 264, 40, 193, 30
~BUTTON "<- Daca da, click!", "Q 3 4", 351, 208, 155, 25 -C
~CURSET 144, 74
~BUTTON "ok", "", 174, 484, 100, 25 -I
~BUTTON "Ieşire", "!Exit", 321, 484, 115, 27 -I
~CURSET 127, 302
Destinaţia creditului agreată de Banca A este:
~BUTTON "<- Daca da, click!", "Q 6 5", 377, 451, 154, 25 -C
~BUTTON "<- Daca da, click!", "Q 6 3", 377, 374, 148, 45 -C
~BUTTON "<- Daca da, click!", "Q 6 2", 378, 346, 154, 39 -C
~BUTTON "<- Daca da, click!", "Q 6 1", 377, 317, 145, 25 -C
~FOREGROUND BLACK
~BACKGROUND WHITE
~CURSET 46, 466
Credite de trezorerie> -W:238
~CURSET 46, 403
Producţia destinată exportului> -W:228
~CURSET 46, 432
Acoperirea necesarului de fond de rulment> -W:323
~CURSET 46, 370
Modernizarea activităţii> -W:240
~CURSET 47, 340
Dezvoltarea activităţii> -W:228
~BUTTON "<- Dacă da, click!", "Q 6 4", 377, 417, 157, 25 -C
~END

~Q4
~SET_WIN 130, 30, 577, 550
~FOREGROUND WHITE
~BACKGROUND BLUE
~CURSET 42, 21
Profilul actual al băncii este orientat spre finanţarea următoarelor domenii:
~BUTTON "<- Dacă da, click!", "Q 4 5", 305, 246, 154, 25 -C
~BUTTON "<- Dacă da, click!", "Q 4 3", 309, 168, 138, 45 -C
~BUTTON "<- Dacă da, click!", "Q 4 2", 309, 120, 146, 39 -C
~BUTTON "<- Dacă da, click!", "Q 4 1", 309, 79, 136, 25 -C
~FOREGROUND BLACK
~BACKGROUND WHITE
~CURSET 55, 263
Societăţi comerciale -W:144
~CURSET 54, 230
Alte regii autonome -W:136
~CURSET 53, 198
Fermieri asociaţi sau individuali -W:221
~CURSET 52, 133
Regii autonome din agricultură, industrie alimentară, silvicultură şi gospodărirea apelor -W:240
~CURSET 51, 98
Societăţi agricole -W:123
~FOREGROUND WHITE
~BACKGROUND BLUE
~CURSET 126, 62
Banca B este: -W:105
~EDIT "[B_B]", 298, 42, 199, 30
```

Scanned with OKEN Scanner

```
~BUTTON "<- Dacă da, click!", "Q 4 4", 306, 213, 154, 25 -C
~BUTTON "ok", "", 159, 487, 100, 25 -I
~BUTTON "Ieşire", "!Exit", 305, 487, 115, 27 -I
~CURSET 126, 294
Destinaţia creditului agreată de Bancă B este:
~BUTTON "<- Dacă da, click!", "Q 7 5", 365, 450, 164, 36 -C
~BUTTON "<- Dacă da, click!", "Q 7 3", 365, 388, 145, 25 -C
~BUTTON "<- Dacă da, click!", "Q 7 2", 365, 355, 149, 25 -C
~BUTTON "<- Dacă da, click!", "Q 7 1", 365, 314, 138, 42 -C
~FOREGROUND BLACK
~BACKGROUND WHITE
~CURSET 31, 469
Credite de trezorerie> -W:238
~CURSET 31, 406
Producţia destinată exportului> -W:228
~CURSET 31, 435
Acoperirea necesarului de fond de rulment> -W:323
~CURSET 31, 373
Modernizarea activităţii> -W:240
~CURSET 31, 343
Dezvoltarea activităţii> -W:228
~BUTTON "<- Dacă da, click!", "Q 7 4", 365, 407, 157, 50 -C
~FOREGROUND WHITE
~END

~Q8
~SET_WIN 115, 35, 559, 567
~FOREGROUND WHITE
~BACKGROUND BLUE
~CURSET 31, 24
Profilul actual al băncii este orientat spre finanţarea următoarelor domenii:
~BUTTON "<- Dacă da, click!", "Q 5 5", 363, 248, 154, 25 -C
~BUTTON "<- Dacă da, click!", "Q 5 3", 363, 170, 142, 45 -C
~BUTTON "<- Dacă da, click!", "Q 5 2", 363, 122, 150, 39 -C
~BUTTON "<- Dacă da, click!", "Q 5 1", 363, 81, 140, 25 -C
~FOREGROUND BLACK
~BACKGROUND WHITE
~CURSET 45, 265
Societăţi comerciale -W:144
~CURSET 44, 232
Alte regii autonome -W:136
~CURSET 43, 200
Fermieri asociaţi sau individuali -W:221
~CURSET 42, 135
Regii autonome din agricultură, industrie alimentară, silvicultură şi gospodărirea apelor -W:240
~CURSET 41, 100
Societăţi agricole -W:123
~FOREGROUND WHITE
~BACKGROUND BLUE
~CURSET 131, 64
Banca C este: -W:105
~EDIT "[B_C]", 288, 44, 199, 30
~BUTTON "<- Dacă da, click!", "Q 5 4", 363, 215, 155, 25 -C
~CURSET 136, 82
~BUTTON "ok", "", 130, 489, 100, 25 -I
```

Scanned with OKEN Scanner

```
~BUTTON "Ieşire", "!Exit", 282, 489, 115, 27 -I
~CURSET 131, 299
Destinaţia creditului agreată de Banca C este:
~BUTTON "<- Dacă da, click!", "Q 8 5", 366, 451, 154, 25 -C
~BUTTON "<- Dacă da, click!", "Q 8 3", 366, 379, 141, 45 -C
~BUTTON "<- Dacă da, click!", "Q 8 2", 366, 355, 147, 39 -C
~BUTTON "<- Dacă da, click!", "Q 8 1", 366, 322, 138, 25 -C
~FOREGROUND BLACK
~BACKGROUND WHITE
~CURSET 38, 470
Credite de trezorerie> -W:238
~CURSET 38, 407
Producţia destinată exportului> -W:228
~CURSET 38, 436
Acoperirea necesarului de fond de rulment> -W:323
~CURSET 38, 374
Modernizarea activităţii> -W:240
~CURSET 38, 344
Dezvoltarea activităţii> -W:228
~BUTTON "<- Dacă da, click!", "Q 8 4", 366, 419, 155, 25 -C
~END
```

Conţinutul fişierului creat la listarea rapoartelor specifice celor trei bănci şi raportul decizional final se prezintă astfel:

```
FILE BancaA.dat
"                                                                    "
"Sesiune consultare SYSBANK de către solicitantul: "/S
"  "/S
V 7/V
"                                                                    "
"Raport privind selectarea băncii: "/S
"    "/S
V 1/V
" "
Q 3 1,2,3,4,5
"                                                                    "
Q 6 1,2,3,4,5
"                                                                    "
" În aceste condiţii banca:"/S
"    "/S
V 1/V/S
"a obţinut punctajul: "/S
"    "/S
C1/V
"Consultaţi cu atenţie rezultatele celorlalte bănci şi raportul decizional final !!!"
CLOSE
DISPLAY BancaA.dat

FILE BancaB.dat
"                                                                    "
"Sesiune consultare SYSBANK de către solicitantul: "/S
"  "/S
V 7/V
```

```
"                                                                    "
"Raport privind selectarea băncii: "/S
"    "/S
V 2/V
" "
Q 4 1,2,3,4,5                                                        "
"                                                                    "
"Această bancă agreeaza ca principale destinații:"
Q 7 1,2,3,4,5                                                        "
"                                                                    "
" În aceste condiții banca:"/S
"    "/S
V 2/V/S
"a obținut punctajul: "/S
"    "/S
C2/V
"Consultați cu atenție rezultatele celorlalte bănci și raportul decizional final !!!"
CLOSE
DISPLAY BancaB.dat

FILE BancaC.dat
"                                                                    "
"Sesiune consultare SYSBANK de către solicitantul: "/S
"  "/S
V 7/V
"                                                                    "
"Raport privind selectarea băncii: "/S
"    "/S
V 3/V
" "
Q 5 1,2,3,4,5                                                        "
"                                                                    "
Q 8 1,2,3,4,5                                                        "
"                                                                    "
" În aceste condiții banca:"/S
"    "/S
V 1/V/S
"a obținut punctajul: "/S
"    "/S
C3/V
"Consultați cu atenție rezultatele celorlalte bănci și raportul decizional final !!!"
CLOSE
DISPLAY BancaC.dat

FILE Deciz.dat
"                                                                    "
"Sesiune consultare SYSBANK de către solicitantul: "/S
"  "/S
V 7/V
"                                                                    "
"Punctaj: "/S
"    "/S
V 1/V /S
"    "/S
C1/V
```

```
"                                                                    "
"Punctaj: "/S
"   "/S
V 2/V/S
"   "/S
C2/V
"                                                                    "
"Punctaj: "/S
"   "/S
V 3/V/S
"   "/S
C1/V
"                                                                    "

"Consultaţi cu atenţie acest raport decizional final !!!"
CLOSE
DISPLAY Deciz.dat
```

10.3.2.4. Testarea prototipului SYSBANK

Pentru datele din fişa celor trei bănci prezentată la **achiziţia cunoaşterii**, rezultatele finale, după afişarea rapoartelor intermediare, sunt cele din figura nr. 10.80.

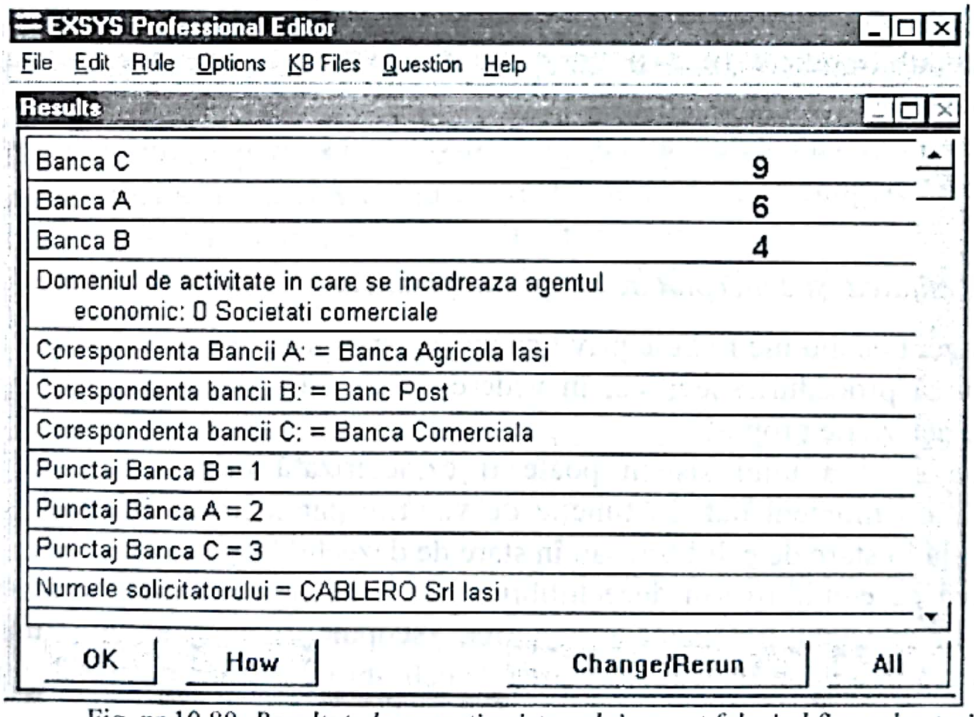


Fig. nr.10.80. *Rezultate la execuţia sistemului expert folosind fişa celor trei banci*

Rezultatele afişate în rapoartele de consultare pentru băncile B şi C sunt similare celor afişate pentru banca A în subcapitolul 10.3.2.2.

Scanned with OKEN Scanner

10.3.3. DIASE – Prototip de sistem inteligent pentru diagnosticul financiar

10.3.3.1. Caracteristicile unei aplicații inteligente pentru diagnosticul financiar

O aplicație inteligentă, în sensul prezentului studiu, face referire la tehnologia sistemelor expert, care devine din ce în ce mai des utilizată în domeniul managementului financiar și contabilității.

În aceste condiții, un investitor sau un manager de la orice nivel poate fi interesat de posibilitatea cuplării la o bază de cunoștințe care să-l informeze și să-l sfătuiască despre situația financiară a unui emitent de valori mobiliare sau a unui partener, în cazul când se cunosc doar informațiile făcute publice de către acesta.

Pentru un **investitor** considerăm foarte valoroase informațiile cu privire la **"unde, când și cum să-și plaseze banii ?"**; cum de altfel, pentru **un manager** sunt la fel de valoroase informațiile cu privire la **"cum se prezintă un partener din punct de vedere financiar și cum trebuie să-și dezvolte sau să-și limiteze relațiile cu acesta?"**.

Prezenta aplicație inteligentă – DIASE – va oferi, în acest moment, pentru investitori informații cu privire la oportunitatea plasării banilor într-o afacere, iar pentru manageri informații despre situația financiară a partenerilor.

Aplicația este considerată inteligentă deoarece este structurată pe două tipuri de activități:

a) calculul indicatorilor și interpretarea primară a acestora cu ajutorul unui program de calcul tabelar, aplicație numită DIAFIN;

b) interpretarea corelată a indicatorilor realizată cu ajutorul prototipului de sistem expert -DIASE.

10.3.3.2. Necesitatea și conceptul de diagnostic financiar

Un agent economic trebuie privit ca un sistem microeconomic cu "intrări" asupra cărora se aplică proceduri specifice, în vederea obținerii unor "ieșiri" corespunzătoare obiectului de activitate propus.

Orice stare a unui sistem poate fi caracterizată printr-un set de parametri înregistrați la un moment dat. În funcție de valorile parametrilor se poate spune dacă sistemul se află în stare de echilibru sau în stare de dezechilibru[72].

Starea de echilibru sau dezechilibru, a unui agent economic, se apreciază prin intermediul diagnosticului financiar. Astfel, scopul principal al oricărui diagnostic financiar constă în a pune în evidență starea de echilibru[73] financiar din cadrul unui agent economic, în vederea identificării cauzelor și efectelor posibil de obținut.

În cazul unui agent economic, punctul de plecare îl reprezintă bilanțul contabil cu toate anexele sale. Teoria și practica de specialitate consideră **necesar** un diagnostic financiar din următoarele două motive: (1)măsurarea rentabilității capitalurilor investite;

---

[72] Conceptele de "echilibru" și "dezechilibru" se referă la "impresia" pe care o lasă sistemul unui observator din afara sa.

[73] Stancu, I., *Finanțe. Teoria piețelor financiare. Finanțele întreprinderilor. Analiza și gestiunea financiară*, Editura Economică, București, 1996, pp. 362.

Scanned with OKEN Scanner

(2)aprecierea stării de echilibru economic şi financiar cu implicaţii asupra aprecierii gradului de risc economic, financiar şi de faliment.

Conceptual putem spune că un diagnostic financiar presupune, la rândul său, un diagnostic al rentabilităţii şi un diagnostic al riscului, aşa cum rezultă şi din figura nr. 10.81.

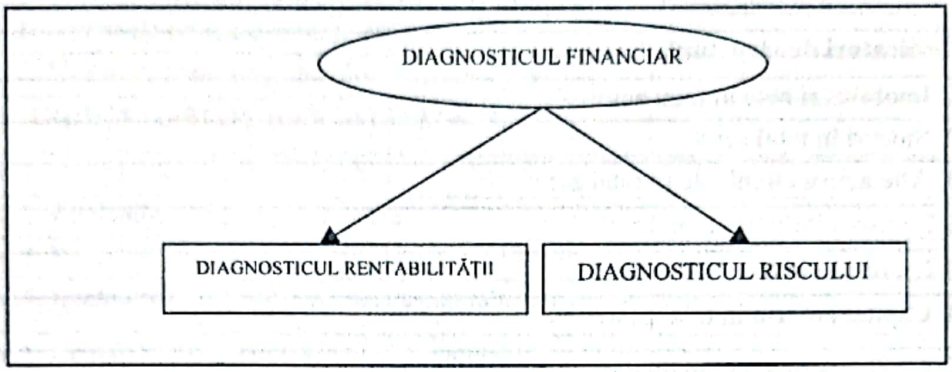


Fig. nr.10.81. *Structura de ansamblu a diagnosticului financiar*

Primul diagnostic urmăreşte obţinerea de informaţii cu privire la rentabilitate, iar **al doilea** măsoară variabilitatea rezultatelor ca urmare a modificărilor posibile a cifrei de afaceri, a structurii cheltuielilor fixe şi variabile, a structurii capitalurilor şi a gradului de solvabilitate.

Interesant este faptul că o întreprindere poate fi apreciată pozitiv, prin intermediul unui diagnostic financiar, dacă va obţine o rentabilitate care să acopere riscurile asumate de investitor din momentul iniţial al efectuării investiţiei.

După cele prezentate mai sus, **necesitatea diagnosticului financiar** apare în una din următoarele situaţii:

1. în situaţia aprecierii activităţii unui agent economic din interior sau din exterior;
2. în situaţia operaţiilor de fuziune, divizare şi/sau lichidare;
3. la operaţiuni de majorare a capitalului social prin oferte publice şi plasamente private;
4. la momente importante din viaţa unui agent economic, ca de exemplu listarea la bursă etc.

Cu alte cuvinte, în realizarea unui diagnostic financiar se porneşte de la determinarea şi interpretarea unui set de indicatori economico-financiari, calculaţi pe baza bilanţului financiar[74] şi grupaţi astfel:

a) indicatori de structură ai bilanţului;
b) indicatori de echilibru;
c) indicatori de gestiune;

[74] Bilanţul financiar se obţine prin reordonarea maselor bilanţiere din bilanţul contabil prin aplicarea a două criterii:
a) grad de lichiditate mai mare sau mai mic de 1 an pentru elementele de activ;
b) grad de exigibilitate mai mare sau mai mic de 1 an pentru elementele de pasiv.

Scanned with OKEN Scanner

d) indicatori de rentabilitate.

Enumerăm în tabelul nr. 10.13 principalii indicatori de analiză din care se vor selecta indicatorii necesari realizării diagnosticului financiar:

Tabelul 10.13. *Principalii indicatori de analiză economico-financiară*

Nr. crt.	INDICATORI DE ANALIZĂ
1.	**I. Indicatori de structură**
2.	I.1. Imobilizări nete în total activ
3.	I.2. Stocuri în total activ
4.	I.3. Alte active circulante în total activ
5.	I.3.1. Disponibilităţi în total activ
6.	I.3.2. Creanţe în total activ
7.	I.4. Capital propriu în total pasiv
8.	I.5. Capital permanent în total pasiv
9.	I.6. Datorii pe termen lung în total pasiv
10.	I.7. Datorii pe termen scurt în total pasiv
11.	I.8. Datorii de exploatare în total pasiv
12.	I.9. Gradul de îndatorare (GI) de ansamblu
13.	I.10.Gradul de îndatorare financiară (GIF) pe termen lung (TL)
14.	I.11. Autonomia financiară pe termen lung
15.	**II.INDICATORI DE ECHILIBRU**
16.	***A.Indicatori ai fondului de rulment***
17.	II.1.Gradul de acoperire a activelor imobilizate (GAAI):
18.	II.1.1.GAAI cu capitalul permanent
19.	II.1.2.GAAI cu capitalul propriu
20.	II.2. Fondul de rulment (varianta externă)
21.	II.3. Fondul de rulment (varianta internă)
22.	II.4. Fond de rulment de exploatare
23.	II.5. Fond de rulment propriu
24.	II.6. Fond de rulment împrumutat
25.	II.7. Rata de finanţare a nevoii de fond de rulment (RFNFR)
26.	II.8. Grad de acoperire a activelor circulante de fondul de rulment
27.	II.9. Grad de acoperire a stocurilor de fondul de rulment
28.	***B. Indicatori ai trezoreriei***
29.	II.10. Trezoreria imediată (testul rapid)
30.	II.11. Trezoreria relativă
31.	II.12. Lichiditatea generală
32.	**III. INDICATORI DE GESTIUNE**
33.	***A. Viteza de rotaţie a capitalurilor***

Scanned with OKEN Scanner

34.	III.1. Viteza de rotaţie a capitalului economic angajat
35.	III.2. Viteza de rotaţie a activelor imobilizate
36.	III.3. Viteza de rotaţie a activelor circulante
37.	III.4. Viteza de rotaţie a capitalurilor proprii
38.	III.5. Viteza de rotaţie a capitalurilor permanente
39.	***B. Viteza de rotaţie a stocurilor***
40.	***C. Viteza de rotaţie a creanţelor şi datoriilor de exploatare***
41.	III.6. Viteza de rotaţie a creanţelor
42.	III.7. Viteza de rotaţie a datoriilor de exploatare
43.	**IV. INDICATORI DE RENTABILITATE**
44.	IV.1. Rentabilitatea economică brută
45.	IV.2. Rentabilitatea economică netă
46.	IV.3. Rentabilitatea financiară brută a capitalurilor permanente
47.	IV.4. Rentabilitatea financiară netă a capitalurilor permanente
48.	IV.5. Rentabilitatea financiară brută a capitalurilor proprii
49.	IV.5. Rentabilitatea financiară netă a capitalurilor proprii
50.	IV.6. Efectul de levier (net)
51.	IV.7. Efectul de levier (brut)

Dintre indicatorii prezentaţi mai sus se selectează, în vederea realizării celor două tipuri de diagnostic, următorii:

a) pentru diagnosticul rentabilităţii:

- **rentabilitatea economică** calculată ca raport între rezultate (profit brut/net sau excedent brut de exploatare) şi capitalurile investitite (active fixe nete + nevoia de fond de rulment + disponibilităţi, adică active financiare totale). **Valoarea considerată optimă este 25%;**
- **rentabilitatea financiară** calculată ca raport între profitul net şi capitalurile proprii de care dispune societatea. În ce priveşte **optimul** se face trimitere la rata medie a dobânzii pe piaţă, care trebuie să fie inferioară rentabilităţii financiare.

b) pentru diagnosticul riscului se are în vedere:

- **b1. riscul economic**, ca analiză a sensibilităţii profitului prin intermediul efectului de levier:
- **b2. riscul financiar** pe baza metodei pragului de rentabilitate, cu ajutorul indicatorului de poziţie şi a coeficientului de elasticitate. Riscul financiar se poate analiza şi cu ajutorul efectului de levier;
- **b3. riscul de faliment** analizat prin cele două metode (statică şi dinamică) sau prin metoda scorului.

Ca urmare a complexităţii problemei şi întinderii diagnosticului financiar, în prezentul studiu vom aborda această problematică prin prisma unui model de evaluare globală propus de noi şi experimentat pe un număr de 100 de societăţi comerciale private.

Scanned with OKEN Scanner

10.3.3.3. Prezentarea modelului MEFAT[75] *de evaluare globală a diagnosticului financiar*

MEFAT este un model de evaluare globală a diagnosticului financiar care se bazează pe metoda punctajelor şi care constă în selectarea din ansamblul indicatorilor prezentaţi în tabelul nr. 10.13. a unui număr de 10 indicatori pentru care se atribuie un coeficient de importanţă în funcţie de semnificaţia fiecăruia. Cei 10 indicatori avuţi în vedere sunt:

1. Excedent de trezorerie al exploatării;
2. Active imobilizate nete, perioada curentă faţă de perioada de bază;
3. Rentabilitatea economică;
4. Rentabilitatea financiară;
5. Cheltuieli fixe;
6. Trezoreria imediată (testul rapid);
7. Lichiditatea generală;
8. Rata de prelevare a cheltuielilor financiare (RPCF);
9. Gradul de îndatorare financiară (GIF) pe termen lung;
10. Solvabilitatea.

Regulile de respectat în atribuirea punctajelor sunt:

1. Pentru **Excedentul de trezorerie** se acordă coeficientul 1 dacă este mai mare decât trezoreria de exploatare şi dacă este pozitiv. În caz contrar se acordă valoarea 0;
2. Pentru **Activele imobilizate nete, perioadă curentă faţă de perioada de bază** se acordă valoarea 1 dacă activele din perioada curentă sunt mai mari decât cele din perioada precedentă. In caz contrar se acordă valoarea 0;
3. Pentru **rentabilitatea economică** se acordă valoarea 1 dacă este mai mare de 0,25 sau 25%. În caz contrar se acordă valoarea 0;
4. Pentru **Rentabilitatea financiară** se acordă valoarea 1 dacă aceasta este superioară ratei dobânzii. In caz contrar se acordă valoarea 0;
5. Pentru **Cheltuielile fixe** se acordă valoarea 1 dacă nu depăşesc 25% din cheltuielile variabile şi valoarea 0 dacă depăşesc 25%;
6. Pentru **Trezoreria imediată** se acordă 1 punct dacă este mai mare sau egală cu 125%, 0,75 puncte dacă este mai mare de 100%, 0,5 puncte dacă este mai mare de 75% şi 0 puncte dacă este mai mică de 75%;
7. Pentru **Lichiditatea generală** se acordă 1 punct dacă este mai mare sau egală cu 200%, 0,75 puncte dacă este mai mare de 150%, 0,5 puncte dacă este mai mare de 100% şi 0 puncte dacă este mai mică de 100%;
8. Pentru **Rata de prelevare a cheltuielilor financiare** se acordă 1 punct dacă este mai mare de 60% şi 0 puncte dacă este mai mică de 60%;
9. Pentru **Gradul de îndatorare financiară** mai mic decât dublul ratei economice se acordă un punct, în caz contrar se acordă 0 puncte;
10. Pentru **Solvabilitate** se acordă 1 punct dacă este mai mare sau egală cu 55%, 0,75 puncte dacă este mai mare de 50%, 0,5 puncte dacă este mai mare de 40% şi 0 puncte dacă este mai mică de 40%.

---

[75] MEFAT - Modelul de Evaluare Financiară Andone-Ţugui

Scanned with OKEN Scanner

Punctajul total obţinut se ponderează cu un coeficient în funcţie de domeniul de activitate în care se încadrează întreprinderea. Aceşti coeficienţi se prezintă în figura nr. 10.82.

	Q	R	S
223			
224	Cod	Ramura	Coeficient reeval
225	1	Productie	1.00
226	2	Comert	0.95
227	3	Agricultura	1.10
228	4	Transporturi	0.90
229	5	Constructii	0.95
230	6	Servicii financiare	0.80
231	7	Alte servicii	0.85

Fig. nr.10.82. *Coeficienţi de reevaluare a punctajului*

În vederea evaluării situaţiei financiare se apelează la variabila SF, care în funcţie de valoarea luată va duce la încadrarea într-o anumită situaţie financiară, astfel:

a. dacă SF<6, atunci Situaţia financiară este rea;

b. dacă SF>=6 şi SF<7.5, atunci Situaţia financiară este satisfăcătoare;

c. dacă SF>=7.5 şi SF<8.75, atunci Situaţia financiară este bună;

d. dacă SF>=8.75, atunci Situaţia financiară este foarte bună;

10.3.3.4. Baza de cunoştinţe pentru interpretarea indicatorilor financiari

Pentru ceea ce ne-am propus vom prezenta, în scopul analizei problemei, două grile de evaluare a diagnosticului rentabilităţii:

a) matricea strategică Boston Consulting Group (BCG) adaptată (fig. nr.10.83.);

b) diagrama indicatorilor prezentaţi corespunzător ciclului de viaţă a unei activităţii:

Tabelul nr. 10.14. *Probleme financiare corespunzătoare fazelor ciclului de viaţă a unui produs sau a unei activităţi* (preluare după I. Stancu, op. cit. pag. 371).

Faze ale ciclului de viaţă	**Nevoi de finanţare**	**Situaţia rentabilităţii**	**Situaţia financiară**
Lansare	Investiţii importante - active fixe - NFR	Slabă	ETE<0
Creştere	Investiţii importante, Indeosebi în NFR	Satisfăcătoare	Echilibru
Maturitate	Investitii de menţinere (NFR) Risc de concurenţă	Bună	ETE>0
Declin	Investiţii de restructurare (NFR<0)	Se apropie de pragul de rentabilitate Ch. Fixe dominante	ETE>0

Scanned with OKEN Scanner

		Foarte rentabilă	Rentabilitatea slabă
		Poziţie concurenţială pe piaţă	
		"lider" >1	"slabă" <1
Nevoie de lichidităţii	Creşterea Forte	**STEA sau VEDETĂ** Echilibru de lichidităţi, ETE mediu, Investiţii ridicate	**DILEMĂ** Nevoie de lichidităţi, ETE slab sau negativ, Investiţii ridicate
Surplus de lichidităţi	activităţii Slabă	**ŞANSE MARI** Surplus de lichidităţi, ETE ridicat, Investiţie slabă	**POVARĂ GREA** Echilibru de lichidităţi, ETE slab sau Investiţie nulă sau dezinvestiţie
		Surplus de lichidităţi	Nevoie de lichidităţi

10%

Fig. nr.10.84. *Matricea strategică B.C.G. (adaptată după I. Stancu, op. cit. pag 372)*

Tabel nr. 10.15. *Tabela de alocare a variabilelor şi corespondenţa lor cu tabloul de bord din fişierul Diafin.WK1*

Nume	Celula	Tip	Explicaţii	Sfârşit
ANI0	F25	N	Activul imobilizat net din anul precedent	
ANI1	F24	N	Active nete imobilizate din anul curent	
BCG		T O	Matricea Boston Consulting Group	Da
BCG1		T O	Intrep. este in stadiu 'STEA'	Da
BCG2		T O	Intrep. este in stadiu 'DILEMA'	Da
BCG3		T O	Intreprinderea este in stadiu 'ŞANSE MARI'	Da
BCG4		T O	Intreprinderea este in stadiu 'POVARA GREA'	Da
CFIN	F23	N	Cheltuieli financiare anuale	
CFX	F30	N	Cheltuielile fixe ale perioadei 1	
CVAR	F31	N	Cheltuielile variabile ale perioadei	
ETE	F22	N	Excedent al trezoreriei de exploatare	
FAZA		S	Faza ciclului de viaţă a întreprinderii	Da
FAZA1		T O	Faza de lansare	Da

Scanned with OKEN Scanner

FAZA2		T O	Faza de creştere	Da
FAZA3		T O	Faza de maturitate	Da
FAZA4		T O	Faza de declin	Da
INF11		T O	Intreprinderea are nevoie de lichidităţi	Da
INF12		T O	Intreprinderea are o situaţie echilibrată a lichidităţilor	Da
INF13		T O	Intreprinderea are surplus de lichidităţi	Da
INF21		T O	Intreprinderea ocupa o poziţie secundară pe piaţă	Da
INF22		T O	Intreprinderea este lider pe piaţă	Da
INF31		T O	Intreprinderea înregistrează o creştere ec. negativă chiar cu dezinvestiţii	Da
INF32		T O	Intreprinderea înreg. acum o creştere mai lentă dar pozitivă	Da
INF33		T O	Intrep. înreg. o creştere economică 'forte'	Da
INF41		T O	Rentabilitatea întrep. este mică dar va creşte în viitor	Da
INF42		T O	Acum întrep. este foarte rentabilă pe termen lung şi mediu	Da
INF43		T O	Acum întrep. are o rentabilitate mică şi sigură; pe viitor creşterile vor fi foarte mici dar suficiente	Da
INF44		T O	Pe acest segment de activitate întreprinderea nu va mai fi rentabilă, decât printr-o restructurare adecvată	Da
RD	F29	N	Rata dobânzii	
RE	F27	N	Rata rentabilităţii economice	
RF	F28	N	Rata rentabilităţii financiare	
TE	F26	N	Trezoreria de exploatare	
SF	F16	N	Punctaj diagnostic financiar global	
SOC	F17	S	Nume societate	
OB	F18	S	Ramura de activitate	

T O – text only, N – numeric, S – string

Cu alte cuvinte, rezultatele diagnosticului financiar realizat cu ajutorul aplicaţiei DIAFIN.XLS sunt preluate în tabela DIAFIN.WK1, de unde se constituie ca intrări în momentul consultării prototipului DIASE.

Scanned with OKEN Scanner

	K	O
191	INFORMATII NECESARE PENTRU DIAGNOSTICUL RENTABILITATII	
192	Indicator	1998
193	Excedent de trezorerie al exploatarii	160756
194	Cheltuieli financiare	191264
195	Active imobilizate nete perioada curenta	136124
196	Active imobilizate nete perioada precedente	153589
197	Trezoreria de exploatare	922978
198	Rentabilitatea economica	3.64
199	Rentabilitatea financiara	5.99
200	Rata dobanzii	60.00
201	Cheltuieli fixe	1384693
202	Cheltuieli variabile	513894

	K	O
205	INFORMATII NECESARE PENTRU DIAGNOSTICUL RISCULUI DE FALIMENT	
206	Indicator	1998
207	Trezoreria imediata (testul rapid)	183.63
208	Trezoreria relativa	227.18
209	Lichiditatea generala	227.93
210	Rata de prelevare a chelt. fin. (RPCF)	- 158.37
211	Gradul de indatorare financiara (GIF) pe TL	-
212	Solvabilitatea	60.80

Fig. nr.10.85. *Date necesare evaluării diagnosticului financiar*

Datele prezentate mai sus sunt interpretate cu ajutorul modelului MEFAT prin selectarea celor 10 indicatori şi evaluarea lor cu regulile precizate mai sus. Rezultatele evaluării se prezintă în figura nr. 10.86.

Scanned with OKEN Scanner

	K	O
217	INTERPRETARE DIAGNOSTIC FINANCIAR GLOBAL - metoda MEFAT	
218	Indicatori selecatati	1998
219	Excedent de trezorerie al exploatarii	0.00
220	Active imobilizate nete perioada curenta fata de perioada de baza	0.00
221	Rentabilitatea economica	1.00
222	Rentabilitatea financiara	0.00
223	Cheltuieli fixe	0.00
224	Trezoreria imediata (testul rapid)	1.00
225	Lichiditatea generala	1.00
226	Rata de prelevare a chelt. fin. (RPCF)	1.00
227	Gradul de indatorare financiara (GIF) pe TL	1.00
228	Solvabilitatea	1.00
229	Total punctaj	6.00
230	Tip societate	2
231	Punctaj recalculat	5.70
232	Societatea MERCATO SA	Comert

Fig. nr.10.86. *Interpretare diagnostic financiar global - varianta MEFAT*

Notă: După cum se observă, coloanele din tabelă corespunzătoare anilor precedenţi sunt ascunse acesta fiind motivul trecereii de la K la O. Matricea corespunzătoare celor patru ani necesari unui diagnostic financiar complet se prezintă în fig. nr. 10.87.

Tabloul de bord utilizat de noi în tabela DIAFIN.WK1 este o imagine în oglindă a elementelor prezentate în tabela DIAFIN.XLS. Aceasta se prezintă în figura nr. 10.88.

	K	L	M	N	O
217	INTERPRETARE DIAGNOSTIC FINANCIAR GLOBAL - varianta MEFAT				
218	Tip informatie	1995	1996	1997	1998
219	Excedent de trezorerie al exploatarii	ETE1	ETE2	ETE3	ETE4
220	Active imobilizate nete perioada curenta fata de perioada de baza	ANI1/ANI0	ANI2/ANI1	ANI3/ANI2	ANI4/ANI3
221	Rentabilitatea economica	RE1	RE2	RE3	RE4
222	Rentabilitatea financiara	RF1	RF1	RF1	RF1
223	Cheltuieli fixe	CFX1	CFX2	CFX3	CFX4
224	Trezoreria imediata (testul rapid)	TI1	TI2	TI3	TI4
225	Lichiditatea generala	LG1	LG1	LG1	LG1
226	Rata de prelevare a chelt. fin. (RPCF)	RP1	RP2	RP3	RP4
227	Gradul de indatorare financiara (GIF) pe TL	GI1	GI2	GI3	GI4

Fig. nr.10.87. *Matricea corespondenţelor în cazul analizei pe patru ani în tabela DIAFIN*

Scopurile recomandate sunt grupate în tripletele 1-5-9 , 2-6-10, 3-7-11, 4-8-12 şi se prezintă astfel:

1. Investitorule – investeşte pentru viitor
2. Investitorule – investeşte pe termen mediu
3. Investitorule – investeşte pe termen scurt
4. Investitorule – caută alt tip de plasament
5. Managerule – contactează partenerul pentru viitor
6. Managerule – dezvoltă relaţiile deja existente
7. Managerule – lărgeşte sfera partenerilor tăi
8. Managerule – caută alt partener
9. Investiţie/poziţie riscantă
10. Investiţie/poziţie puţin riscantă

Scanned with OKEN Scanner

11. Investiţie/poziţie aproape stabilă
12. Investiţie/poziţie stabilă

	B	F
2	**INTERPRETARE DIAGNOSTIC FINANCIAR GLOBAL - varianta MEFAT**	
3	Indicator	1998
4	Excedent de trezorerie al exploatarii	0
5	Active imobilizate nete perioada curenta	0
6	Rentabilitatea economica	1
7	Rentabilitatea financiara	0
8	Cheltuieli fixe	0
9	Trezoreria imediata (testul rapid)	1
10	Lichiditatea generala	1
11	Rata de prelevare a chelt. fin. (RPCF)	1
12	Gradul de indatorare financiara (GIF) pe TL	1
13	Solvabilitatea	1
14	Total punctaj	6.00
15	Tip societate	2
16	Punctaj recalculat	5.70
17	Societatea	MERCATO SA
18	Obiect de activitate	Comert
20	**INFORMATII NECESARE PENTRU DIAGNOSTICUL RENTABILITATII**	
21	Indicator	1998
22	Excedent de trezorerie al exploatarii	160756
23	Cheltuieli financiare	191264
24	Active imobilizate nete perioada curenta	136124
25	Active imobilizate nete perioada precedente	153589
26	Trezoreria de exploatare	922978
27	Rentabilitatea economica	4
28	Rentabilitatea financiara	6
29	Rata dobanzii	60
30	Cheltuieli fixe	1384693
31	Cheltuieli variabile	513894
34	**INFORMATII NECESARE PENTRU DIAGNOSTICUL RISCULUI DE FALIMENT**	
35	Indicator	1998
36	Trezoreria imediata (testul rapid)	183.63
37	Trezoreria relativa	227.18
38	Lichiditatea generala	227.93
39	Rata de prelevare a chelt. fin. (RPCF)	(158.37)
40	Gradul de indatorare financiara (GIF) pe TL	0.00
41	Solvabilitatea	60.80

Fig. nr.10.88. *Tabloul de bord din tabela DIAFIN.WK1*

Scopurile prezentate mai sus sunt însoţite de variabilele care sunt cu text predefinit şi notate de noi cu INF. Am prezentat această listă în tabelul precedent.

Scanned with OKEN Scanner

Tabelul nr. 10.16. *Evaluarea dignosticului financiar global - varianta MEFAT*

Stadiu sau fază	Punctaj MEFAT			
	SF < 6	6<=SF SF<7.5	7.5<=SF SF<8.75	8.75<=SF
Stadiu de DILEMĂ Faza de lansare	Investitorule - investeşte pentru viitor (FC 4) Managerule – contactează partenerul pentru viitor (FC 4) Investiţie/poziţie riscantă (FC 10)	Investitorule - investeşte pentru viitor (FC 6) Managerule – contactează partenerul pentru viitor (FC 6) Investiţie/poziţie puţin riscantă (FC 8)	Investitorule - investeşte pentru viitor (FC 8) Managerule – contactează partenerul pentru viitor (FC 8) Investiţie/poziţie aproape stabilă (FC 6)	Investitorule - investeşte pentru viitor (FC 10) Managerule – contactează partenerul pentru viitor (FC 10) Investiţie/poziţie stabilă (FC 4)
Stadiu de STEA Faza de creştere	Investitorule - investeşte pe termen mediu (FC - 4) Managerule – dezvoltă relaţiile deja existente (FC - 4) Investiţie/poziţie riscantă (FC 8)	Investitorule - investeşte pe termen mediu (FC - 6) Managerule – dezvoltă relaţiile deja existente (FC - 6) Investiţie/poziţie puţin riscantă (FC 6)	Investitorule - investeşte pe termen mediu (FC - 8) Managerule – dezvolta relaţiile deja existente (FC - 8) Investiţie/poziţie aproape stabilă (FC 8)	Investitorule - investeşte pe termen mediu (FC - 10) Managerule – dezvoltă relaţiile deja existente (FC -10) Investiţie/poziţie stabilă (FC 6)
Stadiu de ŞANSE MARI Faza de maturitate	Investitorule - investeşte pe termen scurt (FC - 4) Managerule – lărgeşte sfera parte-nerilor tăi (FC - 4) Investiţie/poziţie riscantă (FC 6)	Investitorule - investeşte pe termen scurt (FC -6) Managerule – lărgeşte sfera parte-nerilor tăi (FC - 6) Investiţie/poziţie puţin riscantă (FC 4)	Investitorule - investeşte pe termen scurt (FC -8) Managerule – lărgeşte sfera partenerilor tăi (FC - 8) Investiţie/poziţie aproape stabilă (FC - 10)	Investitorule - investeşte pe termen scurt (FC - 10) Managerule – lărgeşte sfera partenerilor tăi (FC - 10) Investiţie/poziţie stabilă (FC 8)
Stadiu de POVARĂ GREA Faza de declin	Investitorule - caută alt tip de plasament (FC - 10) Managerule - caută alt partener (FC - 10) Investiţie/poziţie riscantă (FC 10)	Investitorule - caută alt tip de plasament (FC - 8) Managerule - caută alt partener (FC - 8) Investiţie/poziţie puţin riscantă (FC 8)	Investitorule - caută alt tip de plasament (FC - 6) Managerule - caută alt partener (FC - 6) Investiţie/poziţie aproape stabilă (FC -6)	Investitorule - caută alt tip de plasament (FC - 4) Managerule - caută alt partener (FC - 4) Investiţie/poziţie stabilă (FC - 4)

Pentru încadrarea în una din celulele matricei BCG am conceput tabela decizională nr. 10.17.

Scanned with OKEN Scanner

Tabelul nr. 10.17. *Tabelă de încadrare în matricea BCG*

Calificatori			Investiţiile sunt:		
			Ridicate	Mici	Dezinvestiţii
Rentabilitatea este	Bună				
	TE ETE	TE>=0 ETE ridicat/mediu	ŞANSE MARI	STEA	POVARĂ GREA
		TE<0 ETE slab/critic	POVARĂ GREA	DILEMĂ	DILEMĂ
		TE>=0 ETE slab/critic	STEA	POVARĂ GREA	DILEMĂ
		TE<0 ETE ridicat/mediu	POVARĂ GREA	POVARĂ GREA	DILEMĂ
	Satisfăcătoare				
		TE>=0 ETE ridicat/mediu	STEA	POVARĂ GREA	DILEMĂ
		TE<0 ETE slab/critic	POVARĂ GREA	DILEMĂ	DILEMĂ
		TE>=0 ETE slab/critic	DILEMĂ	DILEMĂ	DILEMĂ
		TE<0 ETE ridicat/mediu	POVARĂ GREA	DILEMĂ	DILEMĂ
	Rea				
		TE>=0 ETE ridicat/mediu	POVARĂ GREA	POVARĂ GREA	DILEMĂ
		TE<0 ETE slab/critic	DILEMĂ	DILEMĂ	DILEMĂ
		TE>=0 ETE slab/critic	POVARĂ GREA	POVARĂ GREA	DILEMĂ
		TE<0 ETE ridicat/mediu	DILEMĂ	DILEMĂ	POVARĂ GREA

10.3.3.5. Construirea bazei de cunoştin ţe a sistemului inteligent DIASE

Din cele prezentate mai sus se poate realiza următoarea reprezentare a cunoaşterii din domeniul menţionat.

Subject:

DIAGNOSTIC FINANCIAR INTELIGENT - IN SPRIJINUL INVESTITORULUI SI MANAGERULUI V1.03

Author:

AITA

Starting text:

Prezentul prototip realizează evaluarea indicatorilor financiari prezentaţi de o societate comercială la sfârşitul unei perioade de gestiune. Se adresează în mod special managerului şi/sau investitorului unei societăţi comerciale.

Ending text:

Răspunsurile date la întrebările puse de sistem sunt avute în vedere la formularea unui diagnostic corespunzător situaţiei prezentate şi/sau cunoscute.

Scanned with OKEN Scanner

Uses all applicable rules in data derivations.
Probability System: 0 - 10
DISPLAY THRESHOLD: 1
QUALIFIERS:
1 ETE este
ridicat
mediu
slab
critic
2 S-au schimbat metodele de amortizare în exercițiile precedente sau curente?
Da
Nu
3 Investițiile sunt:
importante - ridicate
mici - slabe
în fapt dezinvestiții
4 Au avut loc vânzări de imobilizari?
Da
Nu
5 Intreprinderea este în
stadiu de 'STEA'
stadiu de 'DILEMĂ'
stadiu de 'ŞANSE MARI'
stadiu de 'POVARĂ GREA'
Faza de lansare
Faza de creştere
Faza de maturitate
Faza de declin
6 Rentabilitatea este
bună
satisfăcătoare
slabă - critică
CHOICES:
1 Investitorule - investeşte pentru viitor
2 Investitorule - investeşte pe termen mediu
3 Investitorule - investeşte pe termen scurt
4 Investitorule - caută alt tip de plasament
5 Managerule - contactează partenerul pentru viitor
6 Managerule - dezvoltă relațiile deja existente
7 Managerule - lărgeşte sfera partenerilor tăi
8 Managerule - caută alt partener
9 Investiție/poziție riscantă
10 Investiție/pozitie puțin riscantă
11 Investiție/poziție aproape stabilă
12 Investiție/poziție stabilă

VARIABLES:
1 ANI0
SS_RD(Diafin.wk1, F25, [ANI0], F31, [CVAR], F30, [CFX], F17, [SOC], F18, [OB]) Activ net imobilizat din anul precedent
Numeric variable
2 ANI1
SS_RD(Diafin.wk1, F24, [ANI1]) Activ net imobilizat din anul curent
Numeric variable

Scanned with OKEN Scanner

3 BCG
Matricea Boston Consulting Group
Displayed at the end of a run as text only
Displayed at the end of a run
4 BCG1
Intreprinderea este in stadiu de 'STEA'
Displayed at the end of a run as text only
Displayed at the end of a run
5 BCG2
Intreprinderea este in stadiu de 'DILEMA'
Displayed at the end of a run as text only
Displayed at the end of a run
6 BCG3
Intreprinderea este in stadiu de 'SANSE MARI'
Displayed at the end of a run as text only
Displayed at the end of a run
7 BCG4
Intreprinderea este in stadiu de 'POVARĂ GREA'
Displayed at the end of a run as text only
Displayed at the end of a run
8 CFIN
SS_RD(Diafin.wk1, F23, [CFIN]) Cheltuieli financiare
Numeric variable
9 CFX
SS_RD(Diafin.wk1, F30, [CFX]) Cheltuieli fixe
Numeric variable
10 CVAR
SS_RD(Diafin.wk1, F31, [CVAR]) Cheltuieli variabile
Numeric variable
11 ETE
SS_RD(Diafin.wk1, F22, [ETE]) Excedent de trezorerie
Numeric variable
12 FAZA
Faza ciclului de viaţă
String variable
Displayed at the end of a run
13 FAZA1
Faza de lansare
Displayed at the end of a run as text only
Displayed at the end of a run
14 FAZA2
Faza de creştere
Displayed at the end of a run as text only
Displayed at the end of a run
15 FAZA3
Faza de maturitate
Displayed at the end of a run as text only
Displayed at the end of a run
16 FAZA4
Faza de declin
Displayed at the end of a run as text only
Displayed at the end of a run
17 INF11
Întreprinderea are nevoie de lichidităţi
Displayed at the end of a run as text only

Scanned with OKEN Scanner

Displayed at the end of a run
18 INF21
Întreprinderea ocupă o poziţie secundară pe piaţă
Displayed at the end of a run as text only
Displayed at the end of a run
19 INF22
Intreprinderea este lider pe piata
Displayed at the end of a run as text only
Displayed at the end of a run
20 INF31
Întreprinderea înregistrează o creştere economică negativă chiar cu dezinvestiţii
Displayed at the end of a run as text only
Displayed at the end of a run
21 INF32
Întreprinderea înregistrează acum o creştere mai lentă dar pozitivă
Displayed at the end of a run as text only
Displayed at the end of a run
22 INF33
Întreprinderea înregistrează o creştere economică 'forte'
Displayed at the end of a run as text only
Displayed at the end of a run
23 INF41
Rentabilitatea întreprinderii este mică, dar cu şanse de a creşte în viitor
Displayed at the end of a run as text only
Displayed at the end of a run
24 INF42
Acum întreprinderea este foarte rentabilă pe termen lung şi mediu
Displayed at the end of a run as text only
Displayed at the end of a run
25 INF43
Acum întreprinderea are o rentabilitate mică şi sigură, iar pe viitor creşterile vor fi mici dar suficiente
Displayed at the end of a run as text only
Displayed at the end of a run
26 INF44
Pe acest segment de activitate întreprinderea nu va mai fi rentabilă, decat printr-o restructurare adecvata
Displayed at the end of a run as text only
Displayed at the end of a run
27 RD
SS_RD(Diafin.wk1, F29, [RD]) Rata dobanzii
Numeric variable
28 RF
SS_RD(Diafin.wk1, F28, [RF]) Rata rentabilitatii financiare
Numeric variable
29 TE
SS_RD(Diafin.wk1, F26, [TE]) Trezoreria de exploatare
Numeric variable
30 RE
SS_RD(Diafin.wk1, F27, [RE]) Rentabilitatea economică
Numeric variable
31 SF
SS_RD(Diafin.wk1, F16, [SF]) Situaţie financiară MEFAT:

Scanned with OKEN Scanner

Numeric variable
Displayed at the end of a run
32 INF12
Întreprinderea are o situaţie echilibrată a lichidităţilor
Displayed at the end of a run as text only
Displayed at the end of a run
33 INF13
Întreprinderea are surplus de lichidităţi
Displayed at the end of a run as text only
Displayed at the end of a run
34 SOC
Societatea comercială
String variable
Displayed at the end of a run
35 OB
Obiect de activitate
String variable

RULES:
RULE NUMBER: 1
IF:
[ETE]>=[CFIN]+0.1*[ANI1]
THEN:
ETE este ridicat
NOTE:
Se stabileşte cazul de excedent ridicat

RULE NUMBER: 2
IF:
[ETE]>=[CFIN]
and [ETE]<[CFIN]+0.1*[ANI1]
THEN:
ETE este mediu
NOTE:
Se stabileşte cazul de excedent mediu
RULE NUMBER: 3
IF:
[ETE]<=[CFIN]
and [ETE]>0
THEN:
ETE este slab
ELSE:
ETE este critic
RULE NUMBER: 4
IF:
[ANI1]>=[ANI0]*1.1
and S-au schimbat metodele de amortizare în exerciţiile precedente sau curente? Nu
THEN:
Investiţiile sunt: importante - ridicate
NOTE:
Se stabileşte tipul de investiţie practicat de societate
RULE NUMBER: 5
IF:
[ANI1]>=[ANI0]

and S-au schimbat metodele de amortizare în exercițiile precedente sau curente? Da
THEN:
Investițiile sunt: importante - ridicate
ELSE:
Investițiile sunt: mici - slabe
RULE NUMBER: 6
IF:
[ANI1]<[ANI0]
and Au avut loc vânzări de imobilizări? Da
THEN:
Investițiile sunt: în fapt dezinvestiții
RULE NUMBER: 7
IF:
[RE]>25
and [RF]>1.1*[RD]
THEN:
Rentabilitatea este bună
NOTE:
Se stabilește tipul de rentabilitate
RULE NUMBER: 8
IF:
[RE]>=25
and [RF]<=1.1*[RD]
and [RF]>=[RD]
THEN:
Rentabilitatea este satisfăcătoare
NOTE:
Se stabilește tipul de rentabilitate
RULE NUMBER: 9
IF:
[RE]<25
and [RF]<[RD]
THEN:
Rentabilitatea este slabă - critică
NOTE:
Se stabilește tipul de rentabilitate
RULE NUMBER: 10
IF:
Investițiile sunt: importante - ridicate
and Rentabilitatea este bună OR satisfăcătoare OR slabă - critică
and [ETE]<0
THEN:
Întreprinderea este în Faza de lansare
and Faza de lansare
NOTE:
Se stabilește faza de lansare cu variabilă atașată
RULE NUMBER: 11
IF:
Investițiile sunt: importante - ridicate
and Rentabilitatea este satisfăcătoare
and [ETE]>=0
THEN:
Intreprinderea este în Faza de creștere
and Faza de creștere

Scanned with OKEN Scanner

NOTE:
Se stabileşte faza de creştere cu variabilă ataşată
RULE NUMBER: 12
IF:
Investiţiile sunt: mici - slabe
and Rentabilitatea este bună
and [ETE]>0
THEN:
Întreprinderea este în Faza de maturitate
and Faza de maturitate
NOTE:
Se stabileşte faza de maturitate cu variabilă ataşată
RULE NUMBER: 13
IF:
Investiţiile sunt: mici - slabe OR în fapt dezinvestiţii
and Rentabilitatea este bună
and [CFX]>[CVAR]
and [ETE]>0
THEN:
Întreprinderea este în Faza de declin
and Faza de declin
NOTE:
Se stabileşte faza de declin cu variabila ataşată
RULE NUMBER: 14
IF:
[SF]<6
and Întreprinderea este în stadiu de 'DILEMA' OR Faza de lansare
THEN:
Investitorule - investeşte pentru viitor - Confidence=4/10
and Investiţie/poziţie riscantă - Confidence=10/10
and Managerule - contacteaza partenerul pentru viitor - Confidence=4/10
and Întreprinderea are nevoie de lichidităţi
and Întreprinderea ocupă o poziţie secundară pe piaţă
and Întreprinderea înregistrează o creştere economică 'forte'
and Rentabilitate întreprinderii este mică, dar cu şanse de a creşte
în viitor
RULE NUMBER: 15
IF:
[SF]<6
and Întreprinderea este în stadiu de 'STEA' OR Faza de creştere
THEN:
Investitorule - investeşte pentru viitor - Confidence=4/10
and Investitorule - investeşte pentru viitor - Confidence=4/10
and Investiţie/poziţie riscantă - Confidence=8/10
and Întreprinderea are o situatie echilibrata a lichidităţilor
and Întreprinderea este lider pe piaţă
and Întreprinderea înregistrează o creştere economică 'forte'
and Acum întreprinderea este foarte rentabilă pe termen lung şi mediu
RULE NUMBER: 16
IF:
Întreprinderea este în stadiu de 'ŞANSE MARI' OR Faza de
maturitate
and [SF]<6
THEN:
Investiţie/poziţie stabilă - Confidence=4/10

and Investiţie/poziţie stabilă - Confidence=4/10
and Investiţie/poziţie riscantă - Confidence=6/10
and Întreprinderea are surplus de lichidităţi
and Întreprinderea este lider pe piaţă
and Întreprinderea înregistrează acum o creştere mai lentă dar pozitivă
and Acum întreprinderea are o rentabilitate mică şi sigură, iar pe viitor creşterile vor fi mici dar suficiente

RULE NUMBER: 17
IF:
[SF]<6
and Întreprinderea este în stadiu de 'POVARĂ GREA' OR Faza de declin
THEN:
Investitorule - caută alt tip de plasament - Confidence=10/10
and Managerule - caută alt partener - Confidence=10/10
and Investiţie/poziţie riscantă - Confidence=10/10
and Întreprinderea are nevoie de lichidităţi
and Întreprinderea ocupă o poziţie secundară pe piaţă
and Întreprinderea înregistrează o creştere economică negativă chiar cu dezinvestiţii
and Pe acest segment de activitate întreprinderea nu va mai fi rentabilă, decât printr-o restructurare adecvată

RULE NUMBER: 18
IF:
Întreprinderea este în stadiu de 'DILEMĂ' OR Faza de lansare
and [SF]>=6
and [SF]<7.5
THEN:
Investitorule - investeşte pentru viitor - Confidence=6/10
and Managerule - contactează partenerul pentru viitor - Confidence=6/10
and Investiţie/poziţie puţin riscantă - Confidence=8/10
and Întreprinderea are nevoie de lichiditati
and Întreprinderea ocupă o poziţie secundară pe piaţă
and Întreprinderea înregistrează o creştere economică 'forte'
and Rentabilitatea întreprinderii este mică, dar cu şanse de a creşte în viitor

RULE NUMBER: 19
IF:
[SF]>=75
and [SF]<8.75
and Întreprinderea este în stadiu de 'DILEMA' OR Faza de lansare
THEN:
Investitorule - investeşte pentru viitor - Confidence=8/10
and Managerule - contactează partenerul pentru viitor - Confidence=8/10
and Investiţie/poziţie aproape stabilă - Confidence=6/10
and Întreprinderea are nevoie de lichidităţi
and Întreprinderea ocupă o poziţie secundară pe piaţă
and Întreprinderea înregistrează o creştere economică 'forte'
and Rentabilitate întreprinderii este mică, dar cu şanse de a creşte în viitor

RULE NUMBER: 20
IF:
[SF]>=8.75
and Întreprinderea este în stadiu de 'DILEMA' OR Faza de lansare
THEN:
Investitorule - investeşte pentru viitor - Confidence=10/10
and Managerule - contactează partenerul pentru viitor - Confidence=10/10
and Investiţie/poziţie stabilă - Confidence=4/10

Scanned with OKEN Scanner

and Întreprinderea are nevoie de lichidităţi
and Întreprinderea ocupă o poziţie secundară pe piaţă
and Întreprinderea înregistrează o creştere economică 'forte'
and Rentabilitatea întreprinderii este mică, dar cu şanse de a creşte în viitor
RULE NUMBER: 21
IF:
Întreprinderea este în stadiu de 'STEA' OR Faza de creştere
and [SF]>=6
and [SF]<7.5
THEN:
Investitorule - investeşte pe termen mediu - Confidence=6/10
and Managerule - dezvoltă relaţiile deja existente - Confidence=6/10
and Investiţie/poziţie puţin riscantă - Confidence=6/10
and Întreprinderea are o situaţie echilibrată a lichidităţilor
and Întreprinderea este lider pe piaţă
and Întreprinderea înregistrează o creştere economică 'forte'
and Acum întreprinderea este foarte rentabilă pe termen lung şi mediu

RULE NUMBER: 22
IF:
Întreprinderea este în stadiu de 'STEA' OR Faza de creştere
and [SF]>=7.5
and [SF]<8.75
THEN:
Investitorule - investeşte pe termen mediu - Confidence=8/10
and Managerule - dezvoltă relaţiile deja existente - Confidence=8/10
and Investiţie/poziţie aproape stabilă - Confidence=8/10
and Întreprinderea are o situaţie echilibrată a lichidităţilor
and Întreprinderea este lider pe piaţă
and Întreprinderea înregistrează o creştere economică 'forte'
and Acum întreprinderea este foarte rentabilă pe termen lung şi mediu
RULE NUMBER: 23
IF:
Întreprinderea este în stadiu de 'STEA' OR Faza de creştere
and [SF]>=8.75
THEN:
Investitorule - investeşte pe termen mediu - Confidence=10/10
and Managerule - dezvoltă relaţiile deja existente - Confidence=10/10
and Investiţie/poziţie stabilă - Confidence=6/10
and Întreprinderea are o situaţie echilibrată a lichidităţilor
and Întreprinderea este lider pe piaţă
and Întreprinderea înregistrează o creştere economică 'forte'
and Acum întreprinderea este foarte rentabilă pe termen lung şi mediu
RULE NUMBER: 24
IF:
Întreprinderea este în stadiu de 'SANSE MARI' OR Faza de maturitate
and [SF]>=6
and [SF]<7.5
THEN:
Investitorule - investeşte pe termen scurt - Confidence=6/10
and Managerule - lărgeşte sfera partenerilor tăi - Confidence=6/10
and Investiţie/poziţie riscantă - Confidence=4/10
and Întreprinderea are surplus de lichidităţi
and Întreprinderea este lider pe piaţă
and Întreprinderea înregistrează acum o creştere mai lentă dar

Scanned with OKEN Scanner

pozitivă
and Acum întreprinderea are o rentabilitate mică şi sigură, iar pe viitor creşterile vor fi mici dar suficiente
RULE NUMBER: 25
IF:
Întreprinderea este în stadiu de 'SANSEMARI' OR Faza de maturitate
and [SF]>=6
and [SF]<7.5
THEN:
Investitorule - investeşte pe termen scurt - Confidence=8/10
and Managerule - lărgeşte sfera partenerilor tai - Confidence=8/10
and Investiţie/poziţie aproape stabilă - Confidence=10/10
and Întreprinderea are surplus de lichidităţi
and Întreprinderea este lider pe piaţă
and Întreprinderea înregistreaza acum o creştere mai lentă dar pozitivă
and Acum întreprinderea are o rentabilitate mică şi sigură, iar pe viitor creşterile vor fi mici dar suficiente
RULE NUMBER: 26
IF:
Întreprinderea este în stadiu de 'ŞANSE MARI' OR Faza de maturitate
and [SF]>=8.75
THEN:
Investitorule - investeşte pe termen scurt - Confidence=10/10
and Managerule - lărgeste sfera partenerilor tăi - Confidence=10/10
and Investiţie/poziţie stabilă - Confidence=8/10
and Întreprinderea are surplus de lichidităţi
and Întreprinderea este lider pe piaţă
and Întreprinderea înregistrează acum o creştere mai lentă dar pozitivă
and Acum întreprinderea are o rentabilitate mică şi sigură, iar pe viitor creşterile vor fi mici dar suficiente
RULE NUMBER: 27
IF:
Întreprinderea este în stadiu de 'POVARĂ GREA' OR Faza de declin
and [SF]<7.5
and [SF]>=6
THEN:
Investitorule - caută alt tip de plasament - Confidence=8/10
and Managerule - caută alt partener - Confidence=8/10
and Investiţie/poziţie puţin riscantă - Confidence=8/10
and Întreprinderea are nevoie de lichidităţi
and Întreprinderea ocupă o poziţie secundară pe piaţă
and Întreprinderea înregistrează o creştere economică negativă chiar cu dezinvestiţii
and Pe acest segment de activitate întreprinderea nu va mai fi rentabilă, decât printr-o restructurare adecvată
RULE NUMBER: 28
IF:
Întreprinderea este în stadiu de 'POVARĂ GREA' OR Faza de declin
and [SF]>=7.5
and [SF]<8.75
THEN:
Investitorule - caută alt tip de plasament - Confidence=6/10
and Managerule - caută alt partener - Confidence=6/10
and Investiţie/poziţie aproape stabilă - Confidence=6/10

and Întreprinderea are nevoie de lichidităţi
and Întreprinderea ocupă o poziţie secundară pe piaţă
and Întreprinderea înregistrează o creştere economică negativă chiar cu dezinvestiţii
and Pe acest segment de activitate întreprinderea nu va mai fi rentabilă, decât printr-o restructurare adecvată

RULE NUMBER: 29
IF:
Întreprinderea este în stadiu de 'POVARA GREA' OR Faza de declin
and [SF]>=8.75
THEN:
Investitorule - caută alt tip de plasament - Confidence=4/10
and Managerule - caută alt partener - Confidence=4/10
and Investitie/pozitie stabila - Confidence=4/10
and Întreprinderea are nevoie de lichidităţi
and Întreprinderea ocupă o poziţie secundară pe piaţă
and Întreprinderea înregistrează o creştere economică negativă chiar cu dezinvestiţii
and Pe acest segment de activitate întreprinderea nu va mai fi rentabilă, decât printr-o restructurare adecvată

RULE NUMBER: 30
IF:
Rentabilitatea este buna
and [TE]>0
and ETE este ridicat OR mediu
and Investiţiile sunt: importante - ridicate

THEN:
Întreprinderea este în stadiu de 'ŞANSE MARI'
and Întreprinderea este în stadiu de 'ŞANSE MARI'

RULE NUMBER: 31
IF:
Rentabilitatea este bună
and [TE]<0
and Rentabilitatea este bună OR satisfăcătoare
and Investitiile sunt: importante - ridicate

THEN:
Întreprinderea este în stadiu de 'POVARĂ GREA'
and Întreprinderea este în stadiu de 'POVARĂ GREA'

RULE NUMBER: 32
IF:
Rentabilitatea este bună OR satisfăcătoare
and ETE este ridicat OR mediu OR slab OR critic
and [TE]>=0
and Investiţiile sunt: importante - ridicate
THEN:
Întreprinderea este în stadiu de 'STEA'
and Întreprinderea este în stadiu de 'STEA'

RULE NUMBER: 33
IF:
Rentabilitatea este bună
and [TE]>=0
and ETE este ridicat OR mediu
and Investiţiile sunt: mici - slabe

THEN:
Întreprinderea este în stadiu de 'STEA'
and Întreprinderea este în stadiu de 'STEA'
RULE NUMBER: 34
IF:
ETE este ridicat OR mediu OR slab OR critic
and Investiţiile sunt: importante - ridicate
and [TE]>=0
and Rentabilitatea este slabă - critică
THEN:
Întreprinderea este în stadiu de 'POVARĂ GREA'
and Întreprinderea este în stadiu de 'POVARĂ GREA'
RULE NUMBER: 35
IF:
Rentabilitatea este bună
and ETE este ridicat OR mediu
and Investitiile sunt: în fapt dezinvestiţii
and [TE]>=0

THEN:
Întreprinderea este în stadiu de 'POVARĂ GREA'
RULE NUMBER: 36
IF:
ETE este ridicat OR mediu OR slab OR critic
and Rentabilitatea este slabă - critică
and Investiţiile sunt: importante - ridicate
and [TE]<0
THEN:
Întreprinderea este în stadiu de 'DILEMĂ'
RULE NUMBER: 37
IF:
ETE este slab OR critic
and Investiţiile sunt: importante - ridicate OR mici - slabe OR în fapt dezinvestiţii
and Rentabilitatea este satisfăcătoare
and [TE]>=0
THEN:
Întreprinderea este în stadiu de 'DILEMĂ'
and Intreprinderea este in stadiu de 'DILEMĂ'
RULE NUMBER: 38
IF:
[TE]<0
and Rentabilitatea este bună
and ETE este slab OR critic
and Investiţiile sunt: mici - slabe OR în fapt dezinvestiţii
THEN:
Întreprinderea este în stadiu de 'DILEMĂ'
and Intreprinderea este in stadiu de 'DILEMĂ'
RULE NUMBER: 39
IF:
Rentabilitatea este bună
and ETE este slab OR critic
and Investiţiile sunt: în fapt dezinvestiţii
and [TE]>=0
and Investiţiile sunt: mici - slabe

Scanned with OKEN Scanner

THEN:
Întreprinderea este în stadiu de 'DILEMĂ'
and Întreprinderea este în stadiu de 'DILEMĂ'
RULE NUMBER: 40
IF:
Rentabilitatea este bună
and Investiţiile sunt: mici - slabe
and [TE]<0
and ETE este ridicat OR mediu
THEN:
Întreprinderea este în stadiu de 'POVARĂ GREA'
and Intreprinderea este in stadiu de 'POVARĂ GREA'
RULE NUMBER: 41
IF:
Rentabilitatea este bună OR satisfăcătoare OR slabă - critică
and ETE este slab OR critic
and Investiţiile sunt: în fapt dezinvestiţii
and [TE]>=0
THEN:
Întreprinderea este în stadiu de 'DILEMĂ'
and Intreprinderea este in stadiu de 'DILEMĂ'
RULE NUMBER: 42
IF:
Rentabilitatea este bună OR satisfăcătoare OR slabă - critică
and ETE este ridicat OR mediu
and Investiţiile sunt: în fapt dezinvestiţii
and [TE]<0
and Rentabilitatea este bună OR satisfăcătoare
THEN:
Întreprinderea este în stadiu de 'DILEMĂ'
and Intreprinderea este in stadiu de 'DILEMĂ'
RULE NUMBER: 43
IF:
Rentabilitatea este satisfăcătoare OR slabă - critică
and ETE este ridicat OR mediu
and Investiţiile sunt: în fapt dezinvestiţii
and [TE]>=0
THEN:
Întreprinderea este în stadiu de 'DILEMĂ'
and Intreprinderea este in stadiu de 'DILEMĂ'
RULE NUMBER: 44
IF:
Rentabilitatea este satisfăcătoare OR slabă - critică
and ETE este slab OR critic
and Investiţiile sunt: în fapt dezinvestiţii
and [TE]<0
THEN:
Întreprinderea este în stadiu de 'DILEMĂ'
and Întreprinderea este în stadiu de 'DILEMĂ'
RULE NUMBER: 45
IF:
Rentabilitatea este slabă - critică
and ETE este ridicat OR mediu
and Investiţiile sunt: în fapt dezinvestiţii
and [TE]<0

Scanned with OKEN Scanner

THEN:
Întreprinderea este în stadiu de 'POVARĂ GREA'
and Intreprinderea este in stadiu de 'POVARĂ GREA'
RULE NUMBER: 46
IF:
Rentabilitatea este satisfăcătoare OR slabă - critică
and ETE este ridicat OR mediu
and Investiţiile sunt: mici - slabe
and [TE]>=0
THEN:
Întreprinderea este în stadiu de 'POVARĂ GREA'
RULE NUMBER: 47
IF:
Rentabilitatea este satisfăcătoare OR slabă - critică
and ETE este slab OR critic
and Investiţiile sunt: mici - slabe
and [TE]<0
THEN:
Întreprinderea este în stadiu de 'DILEMĂ'
and Întreprinderea este în stadiu de 'DILEMĂ'
RULE NUMBER: 48
IF:
Rentabilitatea este satisfăcătoare
and ETE este slab OR critic
and Investiţiile sunt: mici - slabe
and [TE]>=0
THEN:
Întreprinderea este în stadiu de 'DILEMĂ'
and Întreprinderea este în stadiu de 'DILEMĂ'
RULE NUMBER: 49
IF:
Rentabilitatea este slabă - critică
and ETE este slab OR critic
and Investiţiile sunt: mici - slabe
and [TE]>=0
THEN:
Întreprinderea este în stadiu de 'POVARĂ GREA'
and Întreprinderea este în stadiu de 'POVARĂ GREA'
RULE NUMBER: 50
IF:
Rentabilitatea este satisfăcătoare OR slabă - critică
and ETE este ridicat OR mediu
and Investiţiile sunt: mici - slabe
and [TE]<0
THEN:
Întreprinderea este în stadiu de 'DILEMĂ'
and Întreprinderea este în stadiu de 'DILEMĂ'

Scanned with OKEN Scanner

10.3.3.6. Testarea prototipului de sistem inteligent DIASE

După încărcarea bazei de cunoştinţe şi lansarea sesiunii de consultare pe ecran apare subiectul sistemului inteligent (vezi fig. nr. 10.89).

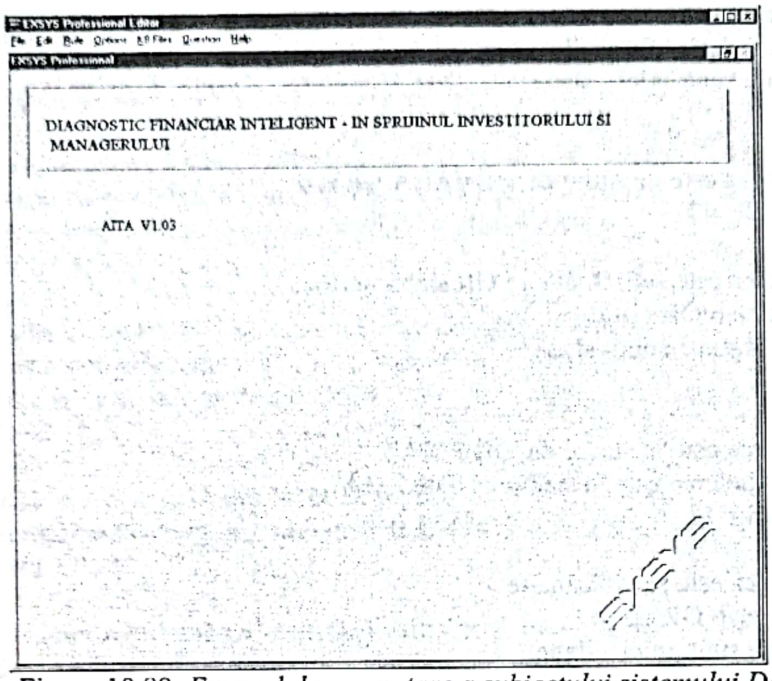


Fig. nr.10.89. *Ecranul de prezentare a subiectului sistemului DIASE*

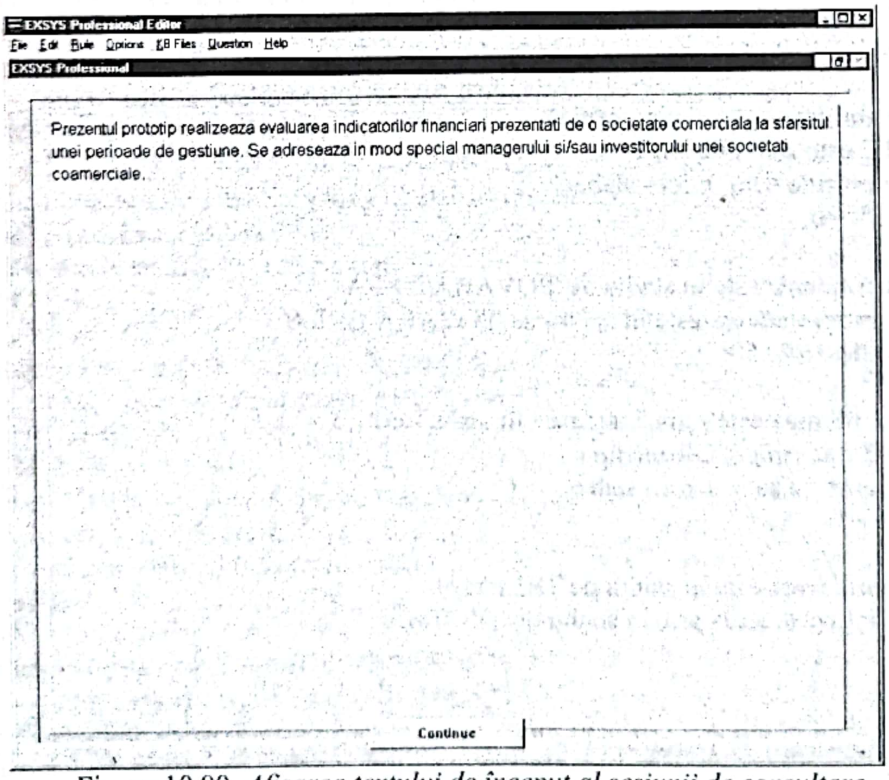


Fig. nr.10.90. *Afişarea textului de început al sesiunii de consultare*

Singura intervenţie a utilizatorului sistemului DIASE constă în a preciza dacă în timpul exerciţiului financiar au avut loc vânzări de imobilizări. Toate celelalte date şi informaţii necesare sunt preluate din aplicaţia DIAFIN.

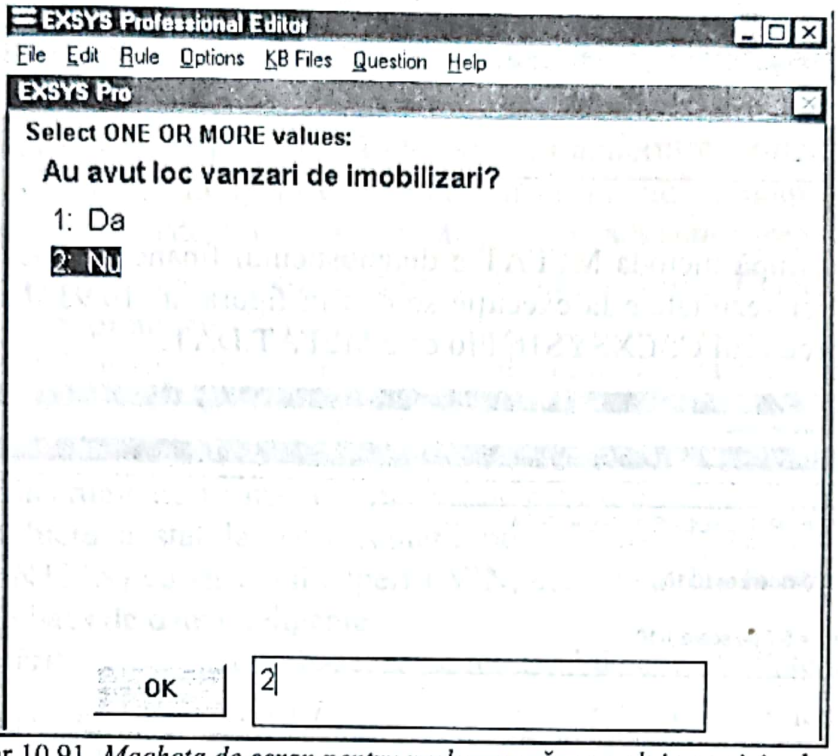


Fig. nr.10.91. *Macheta de ecran pentru preluarea răspunsului cu privire la vânzarea de imobilizări în timpul exerciţiului financiar*

După răspunsul oferit mai sus, sistemul inteligent va afişa raportul de evaluare a stadiului în care se găseşte întreprinderea şi a problemelor cu care se confruntă. Pe unitatea de disc acest raport poartă numele REP.DAT, iar conţinutul său este prezentat în cele ce urmează:

RAPORT DE EVALUARE ÎNTREPRINDERE: MERCATO SA
În situaţia unor încadrări în poziţii duble coroboraţi rezultatele cu scopurile

---

Investitorule - caută alt tip de plasament: Confidence=10/10
.....
Managerule - caută alt partener: Confidence=10/10
.....

Descriere situaţie întreprindere
.....
Activ net imobilizat din anul precedent = 153589 mii lei
Activ net imobilizat din anul curent = 136124 mii lei
Cheltuieli financiare = 191264 mii lei
Cheltuieli fixe = 1384693 mii lei
Cheltuieli variabile = 513894 mii lei
Excedent de trezorerie = 160756 mii lei
Trezoreria de exploatare = 922978 mii lei
.....
Rata dobânzii = 60%
Rata rentabilităţii financiare = 6%
Rentabilitatea economică = 4%
.....
EVALUARE Boston Consulting Group

Întreprinderea este în stadiu de 'POVARĂ GREA'
.....
Explicații ale situației de mai sus
*Întreprinderea are nevoie de lichidități
*Întreprinderea ocupă o poziție secundară pe piață
**Întreprinderea înregistrează o creștere economică negativă chiar cu dezinvestiții
*Pe acest segment de activitate întreprinderea nu va mai fi rentabilă, decât printr-o restructurare adecvată
.....

Evaluarea după metoda MEFAT a diagnosticului financiar global se prezintă în figura nr. 10.92, iar rezultatele la execuție se dau în figura nr. 10.93. Numele fișierului creat pe disc în directorul C:\EXSYS16\Pro este MEFAT.DAT.

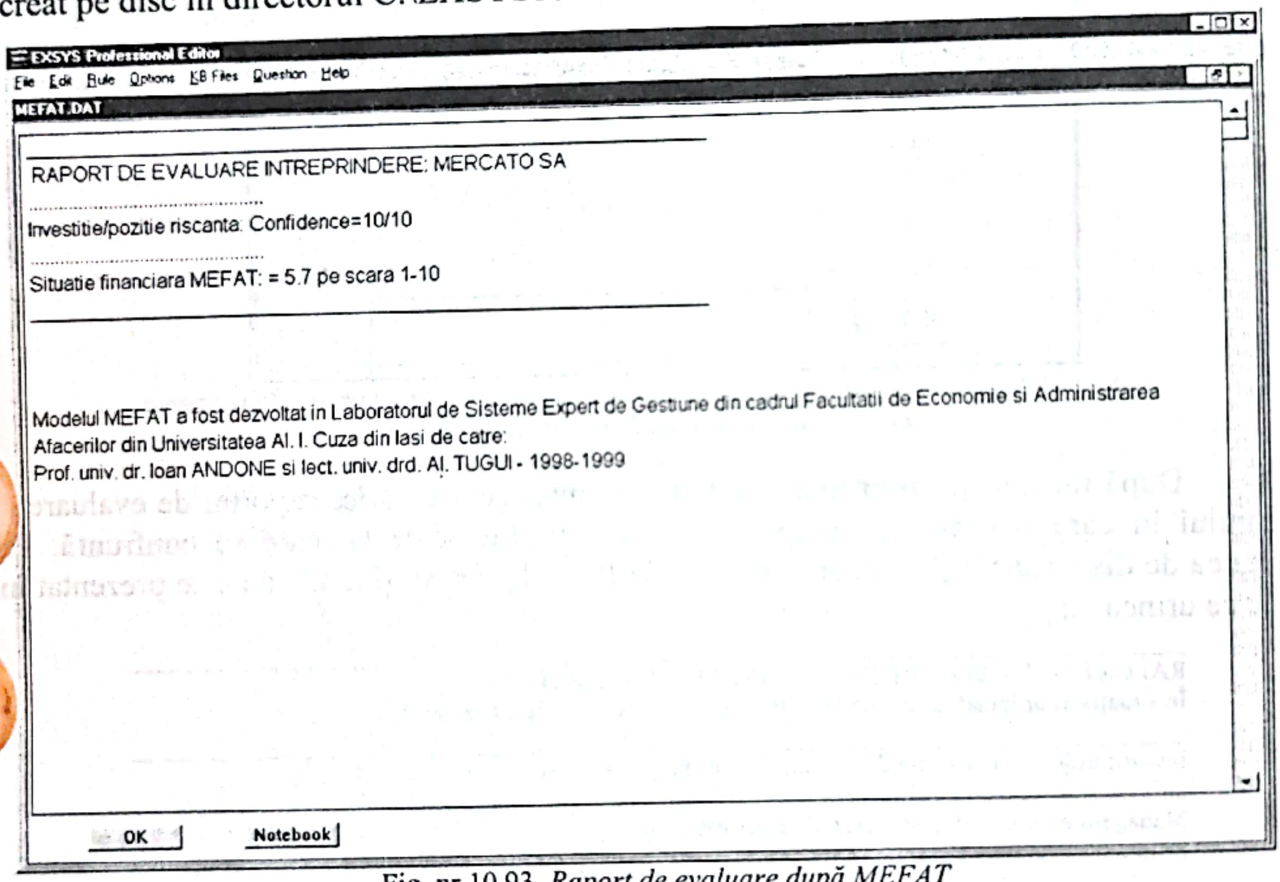


Fig. nr.10.93. *Raport de evaluare după MEFAT*

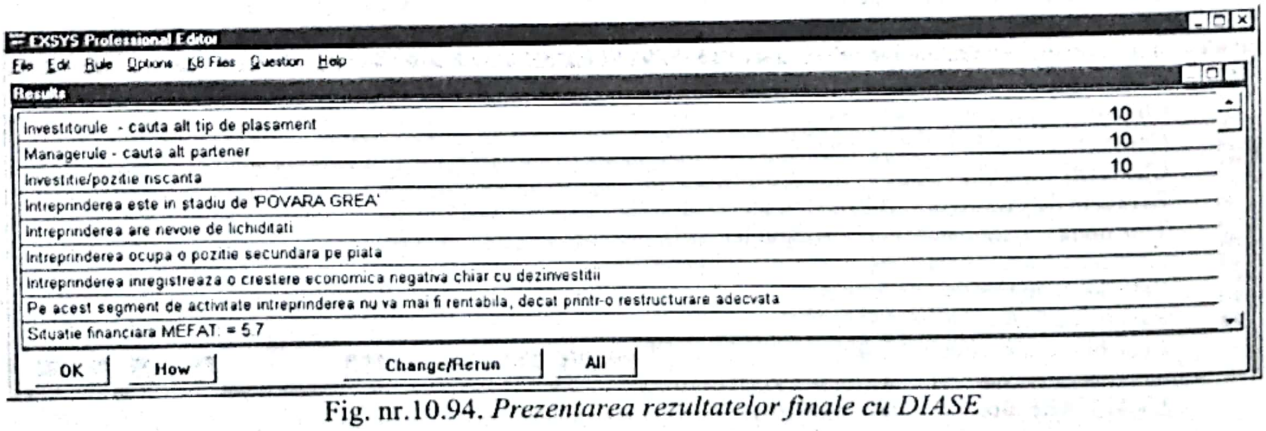


Fig. nr.10.94. *Prezentarea rezultatelor finale cu DIASE*

Scanned with OKEN Scanner

10.3.4. EVIN – Prototip de sistem inteligent pentru evaluarea vulnerabilității întreprinderii în mediul inflaționist

10.3.4.1. Introducere

Prezentul studiu îşi propune să evalueze cu ajutorul sistemului inteligent EVIN riscul pe care îl prezintă un agent economic într-un mediu economic inflaționist la un moment dat. În sinteză, datele din contabilitatea financiară sunt agregate până la nivel de bilanț contabil şi bilanț financiar cu ajutorul produsului-program CONTFIN[76]. Datele din aceste bilanțuri sunt prelucrate în vederea obținerii unui bilanț financiar adaptat la inflație. Pe baza acestui bilanț se calculează indicele vulnerabilității la inflație, care stă la baza evaluării cu sistemul expert EVIN.

În practica economică actuală îşi fac din ce în ce mai simțită prezența sistemele inteligente, ca instrumente în mâna managerilor pentru a administra cât mai eficient o afacere. Acest lucru a stat la baza cuplării produsului-program pentru contabilitatea financiară (CONTFIN) cu sistemul expert EVIN, ceea ce a dus la obținerea unui sistem inteligent de tip bază de date inteligente.

Prelucrările care au loc se bazează pe modelul de contabilitate adaptată la inflație propus de Al. Țugui[77] în lucrarea *Inflație şi contabilitate* şi a diagnosticului inflaționist propus în aceeaşi lucrare, ca o componentă a dignosticului financiar.

10.3.4.2. Calculul indicelui vulnerabilității la inflație

Prin vulnerabilitatea la inflație înțelegem modul în care masele patrimoniale sunt influențate de un indice al prețurilor foarte mare prin depreciere. Cunoaştem că, în funcție de moneda în care sunt exprimate la sfârşitul exercițiului financiar, elementele patrimoniale se grupează în: elemente monetare şi elemente nemonetare.

În concordanță cu practica din domeniu, un bilanț adaptat la inflație presupune retratarea elementelor patrimoniale prin aplicarea ratei inflației la elementele nemonetare. Rata inflației poate fi la rândul său ajustată corespunzător jumătății de exercițiu financiar, caz în care aceasta reprezintă jumătate din rata anuală (rata semestrială a inflației).

Produsul-program CONTFIN realizează aceste ajustări la inflație prin luarea în calcul a ratei inflației semestriale. Bilanțul contabil ajustat este transformat în bilanț financiar la care se calculează indicele vulnerabilității la inflație[78] după relația (1):

(1) Ivi=(Da/D)-1

în care:

Da = punctaj obținut pentru bilanțul financiar ajustat

D = punctaj obținut pentru bilanțul financiar neajustat

---

[76] Prototip de produs-program pentru contabilitatea financiară elaborat de studentul Muntenescu Mihai sub coordonarea prof. univ. dr. Ioan Andone şi lect. univ. drd. Al. Țugui.

[77] Țugui, A., *Inflație şi contabilitate*, Editura Junimea, Iaşi, 1998, p. 125 şi p. 28-31.

Scanned with OKEN Scanner

Tabelul nr. 10.18. *Structura unui bilanţ financiar*

ACTIV FINANCIAR	Anul N		PASIV FINANCIAR	Anul N+1	
	mii lei	%		mii lei	%
Imobilizări nete	V1	A1	Capital propriu	V4	P1
Stocuri şi producţie în curs	V2	A2	Datorii pe termen lung	V5	P2
Alte active circulante	V3	A3	Datorii pe termen scurt	V6	P3
Total activ	**140134**	**100.00**	**Total pasiv**	**273664**	**100.00**

La rândul său, Da şi D se calculează ţinând cont de structura unui bilanţ financiar cu relaţiile (2) şi (3):

(2) D = ((1-A1)(1-A2)(1-A3) - (1-P1)(1-P2)(1-P3))

(3) Da= ((1-A1a)(1-A2a)(1-A3a) - (1-P1a)(1-P2a)(1-P3a))

în care:

A1, A2, A3, P1, P2, P3 reprezintă ponderi ale componentelor din bilanţul financiar neajustat

A1a, A2a, A3a, P1a, P2a, P3a sunt ponderi ale componentelor din bilanţul financiar ajustat

În cazul nostru, bilanţul financiar ajustat şi bilanţul financiar neajustat se prezintă în tabelele nr. 10.19. şi 10.20:

Tabelul nr. 10.19. *Bilanţ financiar neajustat al SC GLOBE*

ACTIV FINANCIAR	1998		PASIV FINANCIAR	1998	
	mii lei	%		mii lei	%
Imobilizări nete	8268503	34,08	Capital propriu	14737800	60,74
Stocuri şi producţie în curs	9784537	40,33	Datorii pe termen lung	1920460	7,92
Alte active circulante	6208719	25,59	Datorii pe termen scurt	7603498	31,24
Total activ	**24261759**	**100.00**	**Total pasiv**	**24261759**	**100.00**

Tabelul nr. 10.20. *Bilanţ financiar ajustat al SC GLOBE*

ACTIV FINANCIAR	1998		PASIV FINANCIAR	1998	
	mii lei	%		mii lei	%
Imobilizări nete	11038451	36,42	Capital propriu	19674964	60,74
Stocuri şi producţie în curs	13063134	43,10	Datorii pe termen lung	1920460	6,44
Alte active circulante	6209714	20,49	Datorii pe termen scurt	8715875	32,82
Total activ	30311299	**100.00**	**Total pasiv**	30311299	**100.00**

[78] Acest indice este propus de noi şi a fost studiat pe un eşantion de 100 de societăţi comerciale private din judeţul Iaşi.

Scanned with OKEN Scanner

Pentru un indice al preţurilor de 1,67 valoarea indicelui vulnerabilităţii la inflaţie a elementelor patrimoniale la SC GLOBE este de 0,0439, adică 4,39%.

Interpretarea indicelui se face în raport de valoarea sa şi în funcţie de domeniul de activitate al întreprinderii. În funcţie de domeniul de activitate al întreprinderii se fac următoarele ajustări:

1. Producţie - coeficient 1;
2. Comerţ - coeficient 0,95;
3. Agricultură - coeficient 1,1;
4. Transporturi - coeficient 0,90;
5. Construcţii - coeficient 0,95;
6. Servicii financiare - coeficient 0,80;
7. Alte servicii - coeficient 0,85.

Evaluarea punctajului obţinut se realizează după expertiză astfel:

1. risc inflaţionist inexistent, dacă I este mai mic de 10%;
2. risc inflaţionist mic, dacă I este mai mare de 10% şi mai mic de 25%;
3. risc inflaţionist mediu, dacă I este mai mare de 25% şi mai mic de 65%;
4. risc inflaţionist mare, dacă I este mai mare de 65%.

10.3.4.3. Prezentarea modului de lucru cu sistemul inteligent EVIN

Schema de comunicare între sistemul expert EVIN şi produsul-program CONTFIN se face prin intermediul fişierului Lotus 1-2-3 CONTFIN.WK1 în care se exportă rezultatele prelucrărilor. Sintetic, această comunicare se prezintă ca în figura nr. 10.95.

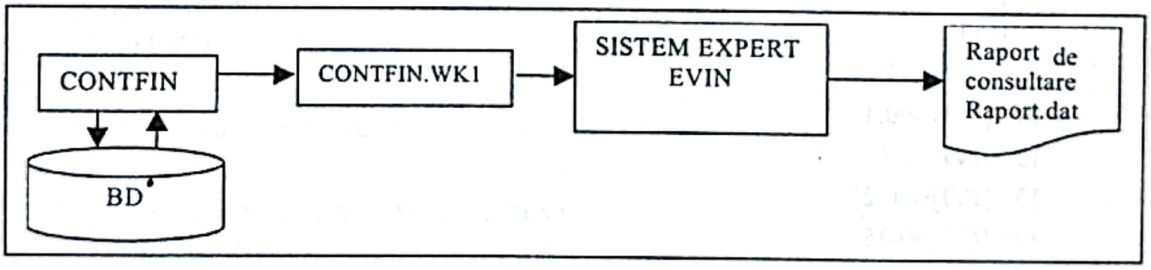


Fig. nr. 10.95. *Sistemul EVIN cuplat cu aplicaţia CONTFIN*

Dezvoltarea sistemului expert se realizează cu ajutorul generatorului EXSYS Professional, iar baza de cunoştinţe se prezintă în continuare.

Subject:

Evaluarea vulnerabilităţii întreprinderii în mediu inflaţionist pe baza indicelui Ivi

Author:

AITA

Ending text:

Rezultatele interpretării indicelui sunt prezentate în cele ce urmează:

Uses all applicable rules in data derivations.

Calls the external program c:\CONTFIN\CONTFIN.EXE

Probability System: 0 - 10

DISPLAY THRESHOLD: 1

QUALIFIERS:

1 Domeniul de activitate este:

Producţie

Comerţ

Agricultură

Transporturi

Construcţii

Servicii financiare

Alte servicii

CHOICES:

1 Risc inflaţionist mare

2 Risc inflaţionist mediu

3 Risc inflaţionist mic

4 Întreprindere stabilă

FORMULAS:

1 [IVI]*1

2 [IVI]*0.95

3 [IVI]*1.1

4 [IVI]*0.90

5 [IVI]*0.95

6 [IVI]*0.80

7 [IVI]*0.85

8 [IVI]>=0

9 [IVI]

10 [IVI]*(-1)

11 [IVI]<=0.1

12 [IVI]>0.1

13 [IVI]<=0.25

14 [IVI]>0.25

15 [IVI]<=65

16 [IVI]<=0.65

17 [IVI]>0.65

18 [IRISC]>=0

19 [IRISC]

20 [IRISC]*(-1)

VARIABLES:

1 IVI

Indicele riscului inflaţionist

Numeric variable

2 IRISC

SS_RD(contfin.WK1, C6, [IRISC]) VALOARE PRELUATA

Numeric variable

RULES:

RULE NUMBER: 1
IF:
Domeniul de activitate este: Producţie
THEN:
[IVI] IS GIVEN THE VALUE [IVI]*1
RULE NUMBER: 2
IF:
Domeniul de activitate este: Comerţ
THEN:
[IVI] IS GIVEN THE VALUE [IVI]*0.95
RULE NUMBER: 3
IF:
Domeniul de activitate este: Agricultura
THEN:
[IVI] IS GIVEN THE VALUE [IVI]*1.1
RULE NUMBER: 4
IF:
Domeniul de activitate este: Transporturi
THEN:
[IVI] IS GIVEN THE VALUE [IVI]*0.90
RULE NUMBER: 5
IF:
Domeniul de activitate este: Construcţii
THEN:
[IVI] IS GIVEN THE VALUE [IVI]*0.95
RULE NUMBER: 6
IF:
Domeniul de activitate este: Servicii financiare
THEN:
[IVI] IS GIVEN THE VALUE [IVI]*0.80
RULE NUMBER: 7
IF:
Domeniul de activitate este: Alte servicii
THEN:
[IVI] IS GIVEN THE VALUE [IVI]*0.85
RULE NUMBER: 8
IF:
[IRISC]>=0
THEN:
[IVI] IS GIVEN THE VALUE [IRISC]
ELSE:
[IVI] IS GIVEN THE VALUE [IRISC]*(-1)
RULE NUMBER: 9
IF:

Scanned with OKEN Scanner

```
    [IVI]<=0.1
THEN:
    Întreprindere stabilă - Confidence=10/10
RULE NUMBER: 10
IF:
    [IVI]>0.1
 and [IVI]<=0.25
THEN:
    Risc inflaţionist mic - Confidence=10/10
RULE NUMBER: 11
IF:
    [IVI]>0.25
 and [IVI]<=0.65
THEN:
    Risc inflaţionist mediu - Confidence=10/10
RULE NUMBER: 12
IF:
    [IVI]>0.65
THEN:
    Risc inflaţionist mare - Confidence=10/10
```

Raportul creat în urma utilizării sistemului inteligent EVIN se prezintă astfel:

```
FILE RAPORT.DAT
"Raport evaluare risc inflaţionist"
"_____________________________________"
C/l
Q
V
"_____________________________________-"
CLOSE
DISPLAY RAPORT.DAT
```

10.3.4.4. Testarea prototipului

Acest prototip de sistem inteligent poate fi extins prin prisma noilor idei de adaptare la inflaţie a elementelor patrimoniale. Dacă se mai are în vedere şi faptul că pe lângă domeniul de activitate se mai pot adăuga şi rezultatele obţinute la auditarea conturilor anuale, acest prototip va deveni un intrument deosebit de important pentru evaluarea vulnerabilităţii unei întreprinderi în condiţii de inflaţie galopantă sau hiperinflaţie.

Scanned with OKEN Scanner

Prezentăm în cele ce urmează un exemplu de utilizare a prototipului de sistem inteligent pentru a evalua vulnerabilitatea unei întreprinderi într-un mediu puternic inflaționist.

Subiectul bazei de cunoștințe a sistemului inteligent EVIN se prezintă în figura nr. 10.96.

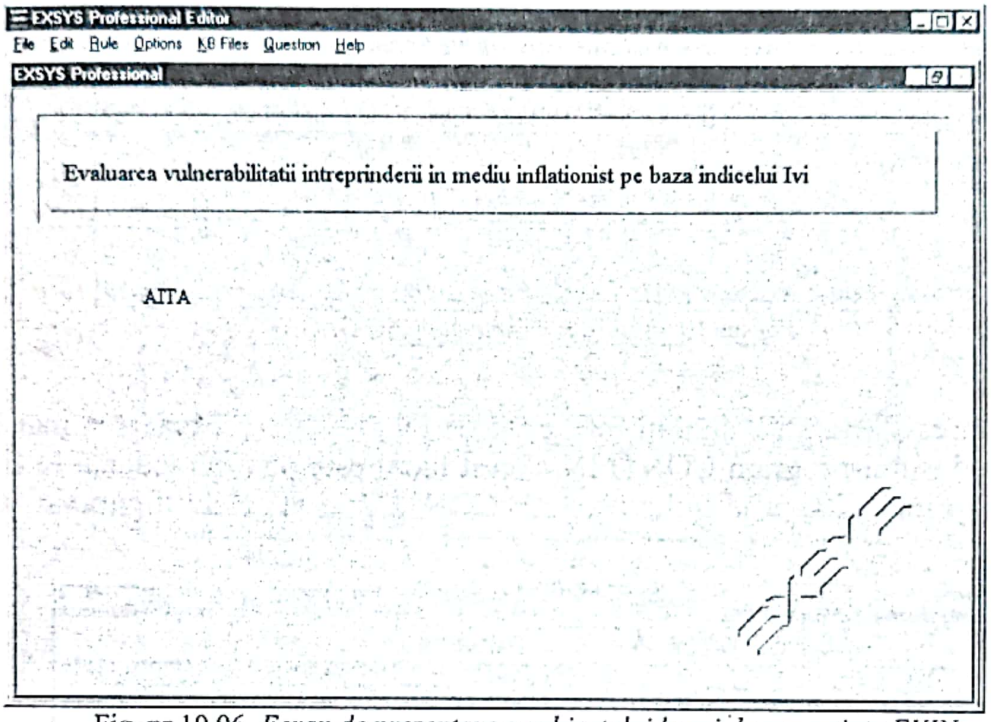


Fig. nr.10.96. *Ecran de prezentare a subiectului bazei de cunoștințe EVIN*

Textul de început la lansarea sistemului inteligent este cel din figura nr. 10.97.

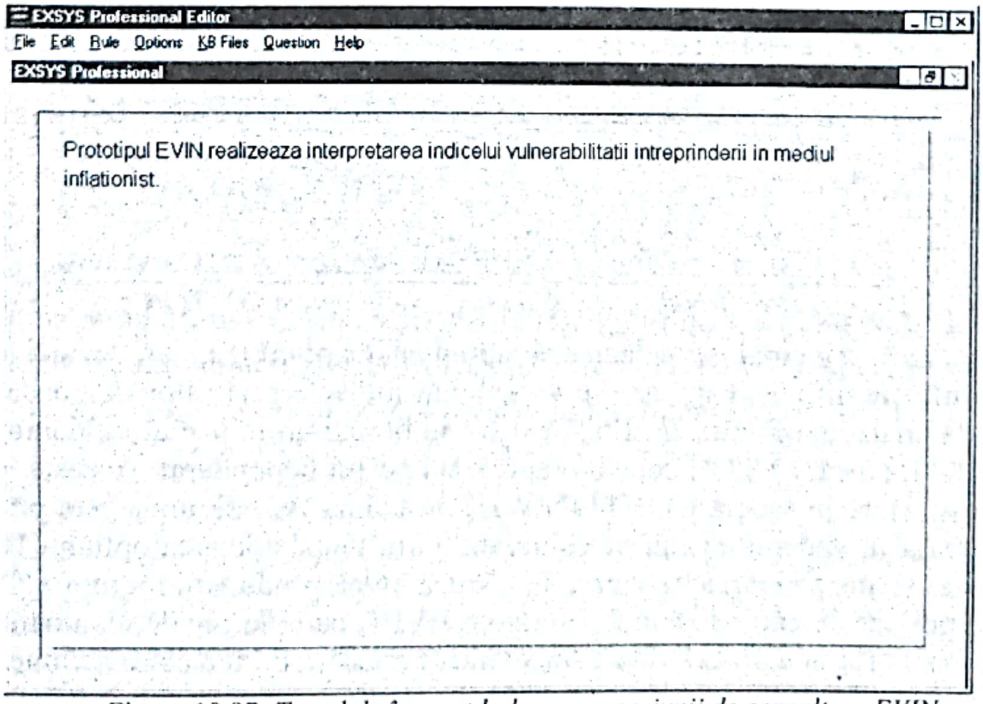


Fig. nr.10.97. *Textul de început la lansarea sesiunii de consultare EVIN*

Scanned with OKEN Scanner

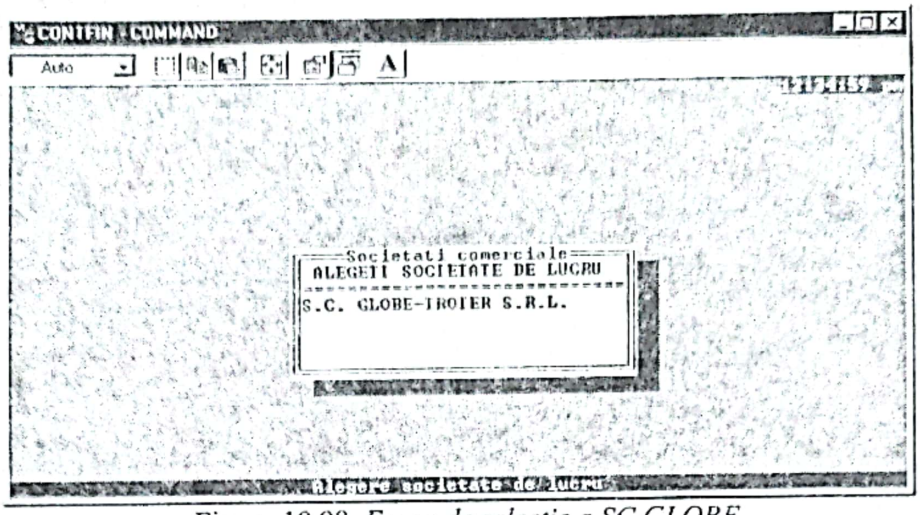


Fig. nr.10.98. *Ecran de selecţie a SC GLOBE*

Lansarea în execuţie a sistemului inteligent EVIN are ca efect lansarea mai întâi în execuţie a produsului-program CONTFIN. Acest lucru este pus în evidenţă în figura nr. 10.98. Meniul principal al produsului-program CONTFIN este cel din figura nr. 10.99.

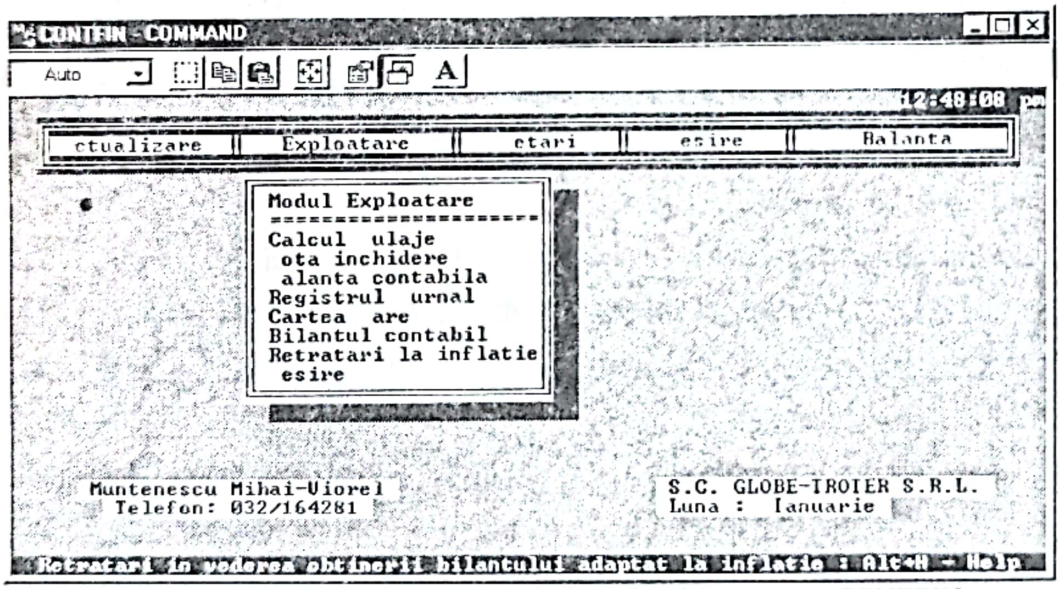


Fig. nr.10.99. *Meniul principal al produsului-program CONTFIN*

Din meniul principal se selectează opţiunea **Exploatare**, iar de aici opţiunea **Retratări la inflaţie**, moment în care se va solicita indicele preţurilor de consum (IPC) pentru perioada analizată. Pentru un IPC de 1,67 se obţine un indice al vulnerabilităţii la înflaţie de 0,1088, adică 10.88%, ceea ce reprezintă pe Ivi neponderat. Această valoare a lui Ivi va fi exportată în tabela CONTFIN.WK1 în celula A2, de unde este preluată de sistemul inteligent în vederea evaluării vulnerabilităţii. După apelarea opţiunii **Ieşire** din meniul superior şi dezactivarea ferestrei în care a rulat produsul-program CONTFIN, controlul este preluat de către sistemul inteligent EVIN, care va pondera valoarea lui Ivi în funcţie de domeniul în care activează societatea. Fereastra de selectare a domeniului se prezintă în figura nr. 10.100.

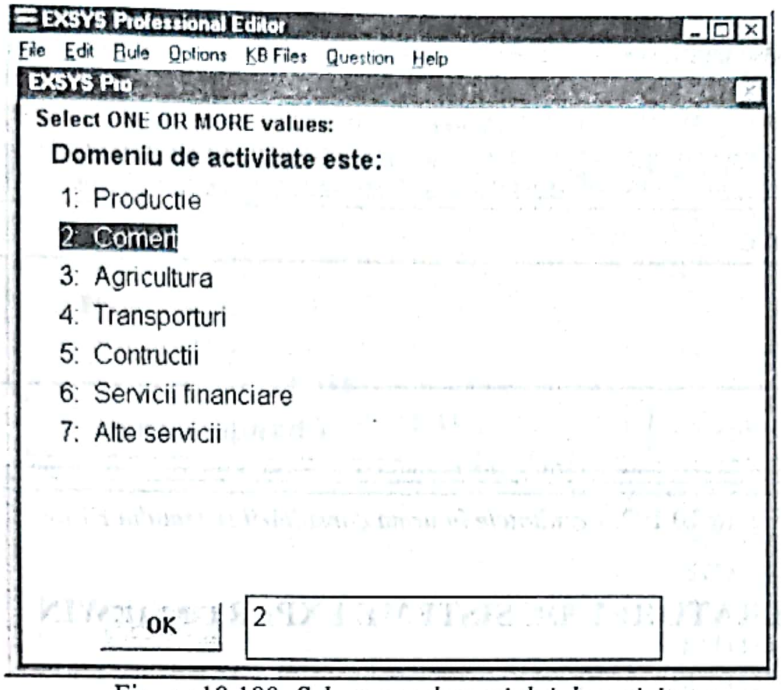


Fig. nr.10.100. *Selectarea domeniului de activitate*

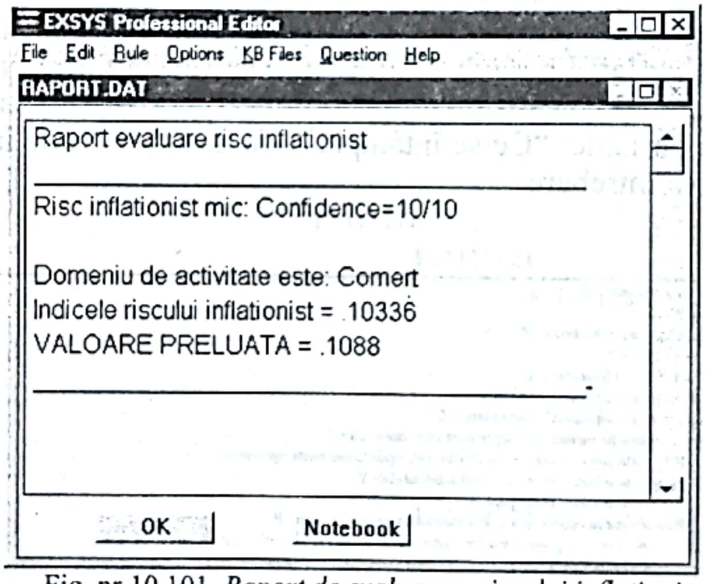


Fig. nr.10.101. *Raport de evaluare a riscului inflaţionist*

Rezultatul afişat în urma selectării domeniului de activitate se prezintă sub forma unui fişier text cu numele RAPORT.DAT (fig. nr. 10.101) şi sub forma ecranului standard de afişare a scopurilor pentru un sistem inteligent (fig. nr. 10.102).

Scanned with OKEN Scanner

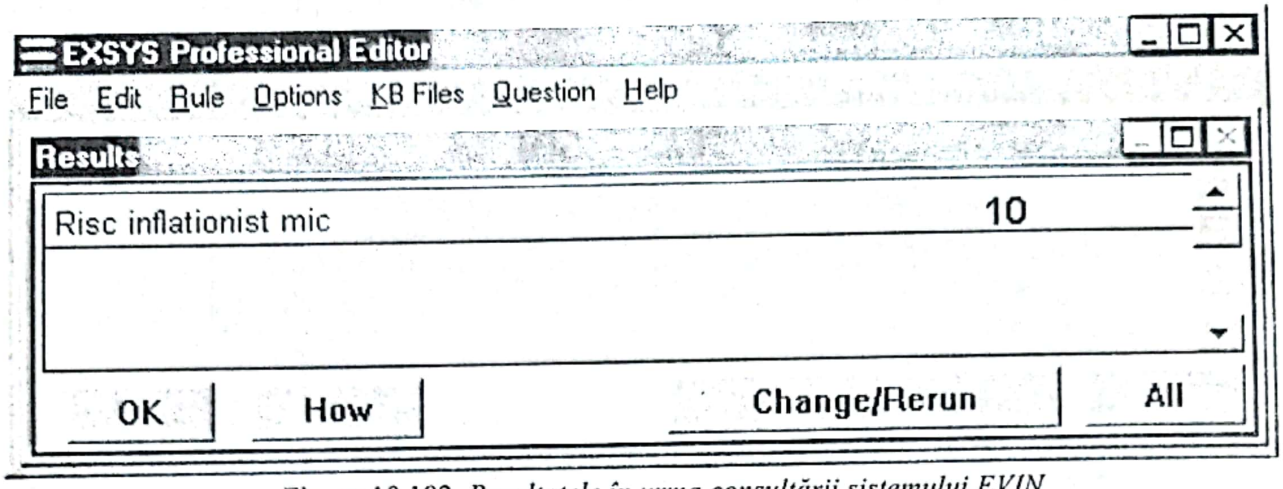


Fig. nr.10.102. *Rezultatele în urma consultării sistemului EVIN*

10.4. GENERATORUL DE SISTEME EXPERT ESIEWIN

10.4.1. Prezentare generală

ESIEWin este un generator de sisteme inteligente dezvoltat de către Granite Bear Development, sub mediul Windows. Baza de cunoştinţe este constituită din scenarii specifice domeniului abordat. La rândul său, un scenariu este format dintr-o înşiruire de întrebări şi răspunsuri puse la dispoziţia utilizatorului, acesta având posibilitatea să aleagă întotdeauna între două variante: "Ce se întâmplă dacă da?" şi "Ce se întâmplă dacă nu?" este adevărată respectiva întrebare.

```
<Interesul proprietarului este pe termen scurt> Q
    <Dispuneti de date financiare ?> Z
        <Situatie maselor patrimoniale este echilibrata> Z
            <Grad de indatorare sub 35%> Z
                <Apreciati pozitiv echilibru financiar > Z
                    <Gradul de lichiditate este mare> Z
                        <Viteza de rotatie a capitalurilor este mare> Z
                            <Rentabilitatea financiara este superioara ratei dobanzii> Z
                                <Rentabilitatea economica a activelor este optima sau peste optim> Z
                                    <Risc minim - investitie profitabilitabila> Y
                                    <Risc minim - plasament bun> N
                                <Rentabilitatea economica a activelor este slaba sau critica> P
                                    <Risc mic - Faliment exclus - active nefolosite  - capitaluri mici> Y
                                    <Conjunctura financiara nefavorabila - activitate rentabila> N
                            <Rentabilitatea financiara este inferioara ratei dobanzii> P
                                <Rentabilitatea economica a activelor este slaba sau critica> Z
                                    <Risc mediu - capitaluri neutilizate - Semne de inceput de faliment> Y
                                    <Conjunctura financiara nefavorabila - activitate rentabila> N
                                <Rentabilitatea economica a activelor este optima sau peste optim> P
                                    <Risc mic - subutilizare capitaluri proprii - interes pe termen lung> Y
                                    <Risc mediu - rentabilitate scazuta  - investitie periculoasa> N
                        <Viteza de rotatie a capitalurilor este mare> P
                            <Rentabilitatea financiara este superioara ratei dobanzii> Z
                                <Rentabilitatea economica a activelor este optima sau peste optim> Z
                                    <Societatea are probleme cu cash flow-ul pe termen scurt> Y
                                    <Cash-flow problematic - semne de faliment - ulterior posibil o revenire cu costuri mari> N
                                <Rentabilitatea economica a activelor este optima sau peste optim> P
                                    <Conjunctura financiara nefavorabila - risc minim - castig pe termen mediu> Y
                                    <Investitii mari - risc de faliment redus - plasament pe termen  mediu si lung> N
                            <Rentabilitatea financiara este superioara ratei dobanzii> P
                                <Rentabilitatea economica a activelor este optima sau peste optim> Z
                                    <Risc de faliment mediu - castiguri bune - recomandam restructurare imediata> Y
                                    <Risc de faliment mediu - plasament avantajos - recomandam analiza rentabilitatii activelor> N
                                <Rentabilitatea economica a activelor este optima sau peste optim> P
                                    <Active imobilizate (mici) suprautilizate - capitaluri mari neutilizate - risc de faliment mic> Y
                                    <Active imobilizate si capitaluri neutilizate - risc de faliment mare> N
                    <Gradul de lichiditate este mare> P
```

Fig. nr. 10.103. *Exemplu de scenariu pentru analiza financiară*

Scanned with OKEN Scanner

În figura nr. 10.103. am prezentat un exemplu de scenariu pentru analiza financiară. Dezvoltarea în cascadă a unui asemenea set de scenarii se poate realiza având ca punct de orientare schema din figura nr. 10.104.

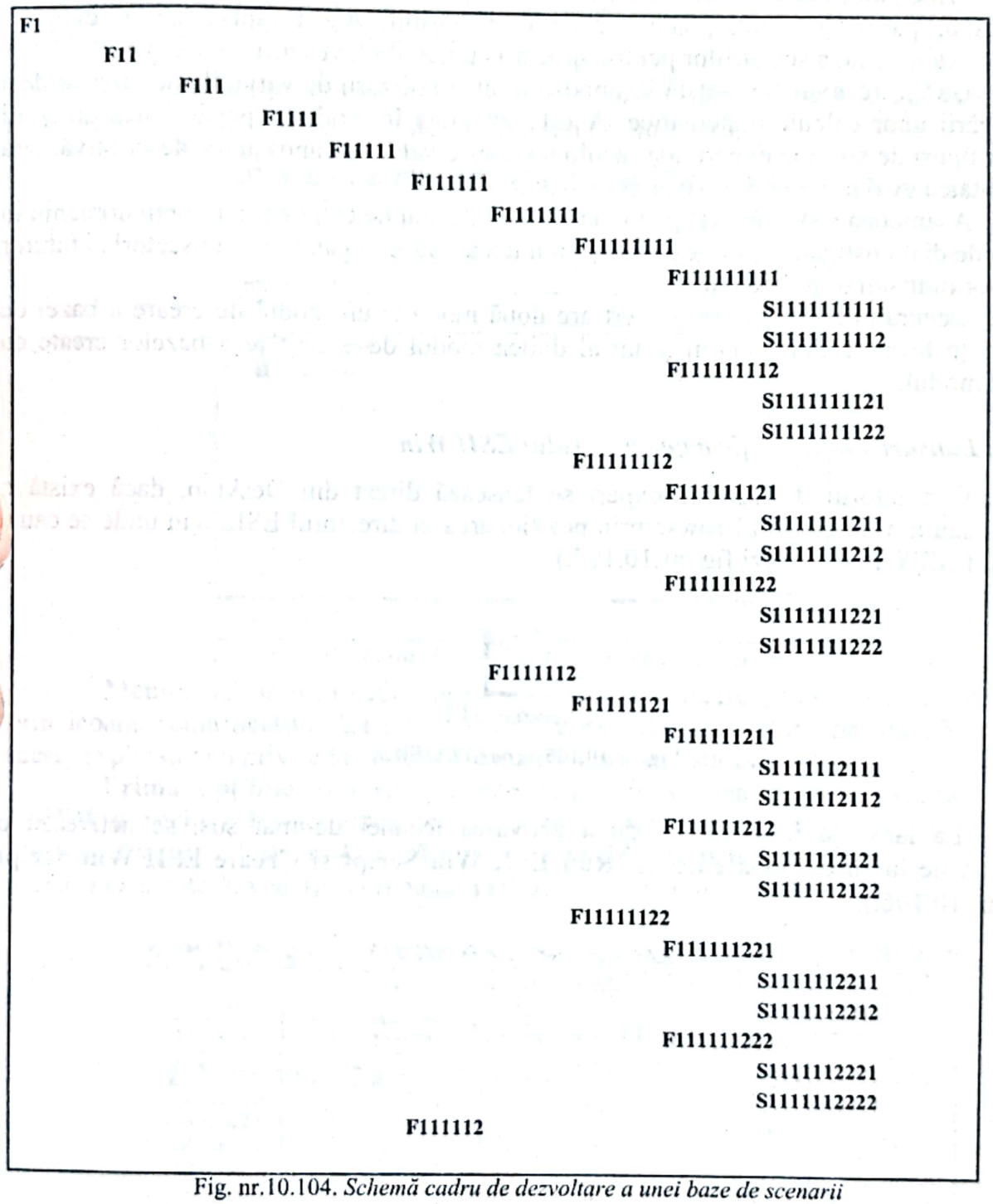


Fig. nr.10.104. *Schemă cadru de dezvoltare a unei baze de scenarii*

Notă: În figura precedentă am notat cu F faptul sau întrebarea pusă utilizatorului, iar cu S scopul sau soluţia în cazul dat. Cifrele 1 şi 2 sunt întâlnite atât pe ultima poziţie, cât şi în interior şi reprezintă: 1- ramură afirmativă a scenariului, 2 - ramura negativă a scenariului dat.

Scanned with OKEN Scanner

Avantajele utilizării unor asemenea generatoare de sisteme expert ar consta în: (1) dezvoltarea rapidă a bazei de scenarii, chiar de către expertul domeniului; (2) posibilitatea utilizării în domenii descriptive; (3) utilizarea unei interfețe simple.

Principalul **dezavantaj** constă în faptul că o rezolvare dată unui subcaz nu poate fi folosită, parțial sau total, acolo unde este posibil. Acest fapt pune în evidență dezvoltarea greoaie a scenariilor pentru aplicații cu mai multe cazuri combinate.

Un alt **dezavantaj** constă în imposibilitatea utilizării de variabile de lucru și deci a realizării unor calcule matematice. Acest fapt pune în evidență posibilitatea utilizării acestor tipuri de sisteme expert doar acolo unde este valabilă cunoașterea descriptivă, fără posibilitatea evaluării cantitative ci numai calitative.

Asemenea sisteme inteligente pot fi folosite atât de către experții unui domeniu în munca de diagnosticare a unui caz, cât și în munca noilor angajați necunoscători ai tuturor cazurilor dintr-un domeniu dat.

Generatorul de sisteme expert are două module: un modul de creare a bazei de cunoștințe formate din scenarii și un al doilea modul de executare a bazelor create cu primul modul.

10.4.2. Lansarea în execuție a generatorului ESIEWin

Generatorul de sisteme expert se lansează direct din Desktop, dacă există o icoană, sau din Start/Run/Browse prin poziționarea în directorul ESIEWin unde se caută fișierul ESIEWin.exe (vezi fig. nr.10.105.).

Fig. nr.10.105. *Icoană ESIEWin*

La lansarea în execuție, după activarea icoanei de mai sus, se activează o fereastră de lucru cu două etichete: **Run ESIEWin Script** și **Create ESIEWin Script** (fig. nr. 10.106.).

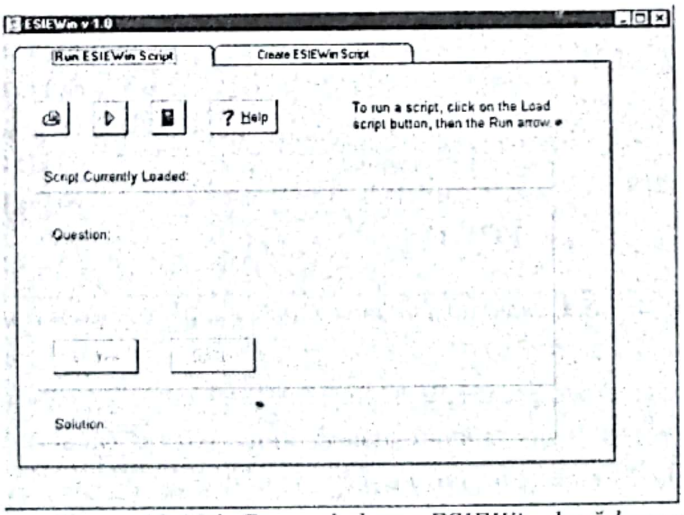


Fig. nr.10.106. *Ecran de lucru ESIEWin după lansare*

Scanned with OKEN Scanner

Trebuie să ţinem cont de faptul că se poate parcurge o bază de cunoştinţe numai dacă aceasta este creată şi salvată în prealabil. Acest lucru se realizează de către cel de-al doilea modul precizat mai înainte.

10.4.3. Crearea unei baze de cunoştinţe

Din fereastra prezentată mai sus se activează eticheta **Create ESIEWin Script**, moment în care fereastra de lucru devine cea din figura nr. 10.107.

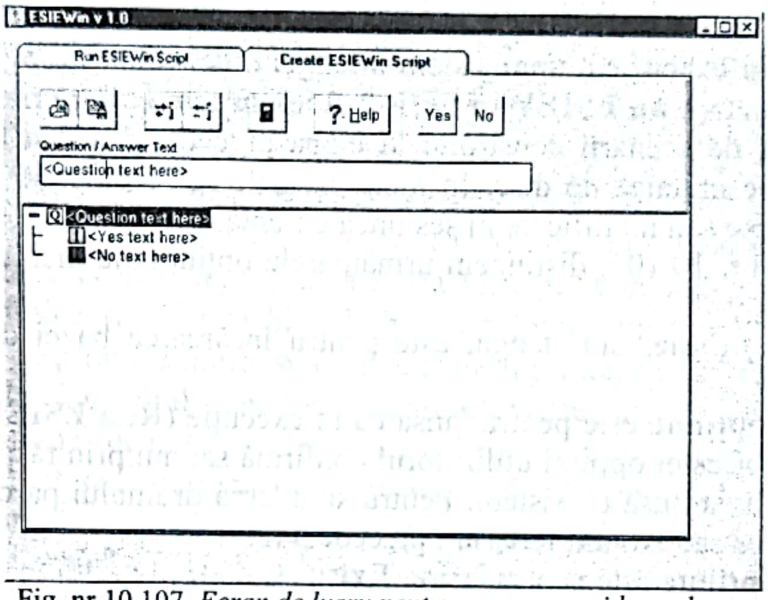


Fig. nr.10.107. *Ecran de lucru pentru crearea unei baze de scenarii*

Meniul de lucru în cadrul acestei ferestre este foarte simplu şi este reprezentat prin icoane semnificative. La poziţionarea cu săgeata mouse-ului pe icoană apare un mesaj explicativ cu privire la ce se poate realiza dacă aceasta este activată.

Prima opţiune, din stânga, este pentru încărcarea bazei de scenarii (Load **ESIEWin Script**). La activarea acestui buton se activează o fereastră de navigare pe unitatea de disc selectată. Această opţiune este folosită pentru regăsirea unor baze de scenarii existente în vederea completării şi/sau executării lor.

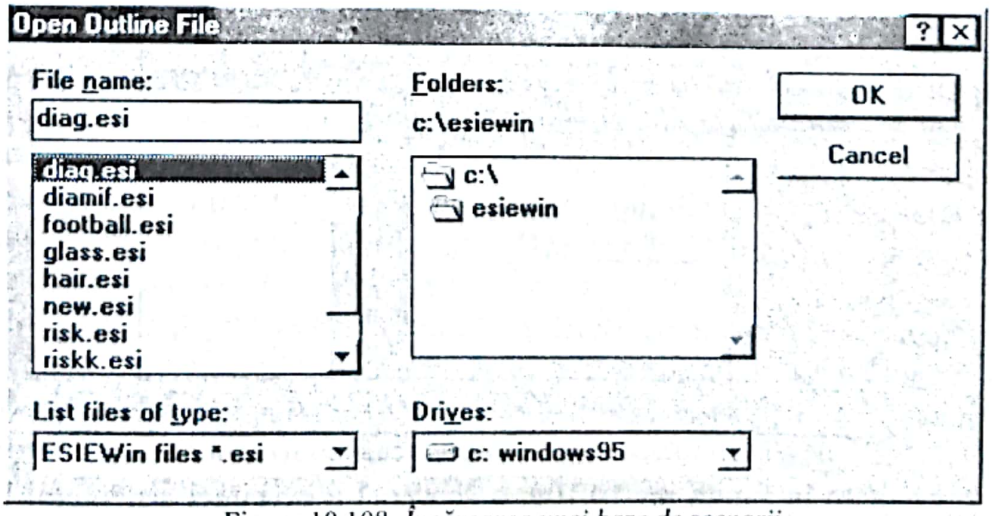


Fig. nr.10.108. *Încărcarea unei baze de scenarii*

A doua opţiune din meniu este pentru salvarea bazei de scenarii, **Save ESIEWin Script**.

Cea de-a treia şi ce de-a patra opţiune oferă posibilitatea introducerii de ramuri în cadrul unui scenariu (**Insert a question and answers/ Delete a question and answers**).

A cincea opţiune din meniu este pentru părăsirea aplicaţiei (**Exit**).

Opţiunile **Yes** şi **No** oferă posibilitatea individualizării şi parcurgerii ramurilor DA şi Nu din scenariu.

10.4.4. Lansarea în execuţie a unui sistem inteligent

Lansarea în execuţie a unui sistem inteligent, dezvoltat în logica scenariilor, se realizează din fereastra **Run ESIEWin Script**. Accastă fereastră dă posibilitatea lansării în execuţie a bazei de scenarii construite în etapa precedentă sau a unei alte baze de scenarii existente pe unitatea de disc. În toate cazurile se recomandă salvarea bazei de scenarii nou introduse sau modificate în sesiunea curentă.

Din figura nr. 10.109. distingem următoarele opţiuni ale meniului ferestrei **Run ESIEWin Script**:

a. prima opţiune, din stânga, este pentru încărcarea bazei de scenarii (**Load ESIEWin Script**).

b. a doua opţiune este pentru lansarea în execuţie (**Run ESIEWin Script**). Din momentul activării acestei opţiuni utilizatorul confirmă sau nu prin răspunsuri afirmative sau negative întrebarea pusă de sistem. Pentru simularea drumului parcurs se poate opta pentru butoanele Yes sau No din fereastra precedentă;

c. a treia opţiune este pentru ieşire (**Exit**);

d. a patra opţiune este pentru activarea ajutorului (**Help**) ce poate fi oferit de către sistem. Help-ul se rezumă la o scurtă introducere, explicaţii de utilizare a ferestrelor, execuţia, crearea, despre Granite Bear Development şi înregistrarea generatorului.

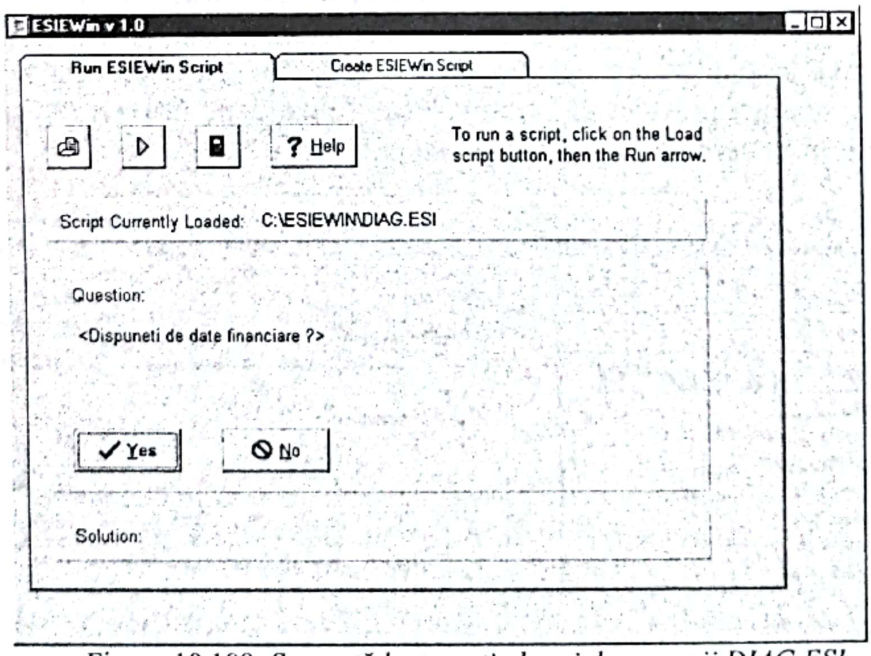


Fig. nr.10.109. *Secvenţă la execuţia bazei de scenarii DIAG.ESI*

Prezentăm în figura nr. 10.109. o secvenţă a execuţiei sistemului DIAG, folosit pentru diagnosticarea situaţiei financiare a unui agent economic.

Scanned with OKEN Scanner

10.5. APLICAŢII INTELIGENTE ÎN ESIEWIN

10.5.1. DESTOC - Prototip de sistem expert pentru determinarea destocajului

10.5.1.1. Aspecte generale

Închiderea exercițiului financiar constituie unul dintre momentele cele mai importante ale activităţilor desfăşurate de către compartimentul financiar-contabil. Acesta este motivul care stă la baza dezvoltării unor sisteme inteligente care să ajute în munca de analiză a situaţiei patrimoniale şi la obţinerea de informaţii cu privire la politica societăţii în ce priveşte nivelul stocurilor de produse din activitatea de exploatare.

10.5.1.2. Abordarea problemei destocajului

Stocajul/destocajul constituie una din problemele de bază ale unei economii în criză. Necontrolarea acestui fenomen la scara întregii economii poate duce la blocarea circuitelor economice şi chiar la blocaj financiar (parte din fonduri pot fi regăsite sub forma de stocuri de produse finite, stocuri de materii prime, stocuri de mărfuri etc).

Trebuie înţeles faptul că nu toate aceste elemente patrimoniale constituie obiect al analizei stocajului/destocajului, ci numai acele elemente patrimoniale care au drept corespondent, direct sau indirect, unul din conturile: "Venituri din producţia stocată" - 711, "Venituri din producţia de imobilizări corporale" - 722 şi "Venituri din producţia de imobilizări necorporale" - 721.

Atât în bilanţul contabil, cât şi în contul de rezultat aceste informaţii sunt preluate ca elemente de bază în determinarea profitului contabil şi a impozitului aferent. În cazul realizării unor preluări greşite se pot constata influenţe de natură fiscală ce se finalizează cu amenzi şi penalităţi. Verificările corespunzătoare se fac manual de către inspectorii de specialitate din cadrul instituţiilor subordonate Ministerului Finanţelor din teritoriu.

Ceea ce ne-am propus să realizăm este un sistem inteligent pentru evaluarea corectitudinii datelor înscrise în bilanţul contabil şi anexelor sale, util tuturor celor interesaţi, dar şi utilizatorilor de informaţii financiare care nu dispun de informaţii complete pentru realizarea de analize în domeniul financiar sau celor care vor să se documenteze asistat de un produs informatic despre cum trebuie să procedeze într-un caz dat. Acest prototip a fost denumit DESTOC şi rezolvă doar aspecte ce ţin de produsele finite, semifabricatele şi deşeurile ce se pot găsi într-o unitate la un moment dat.

Pe această temă, literatura de specialitate oferă două soluţii pornind de la aceleaşi date, şi anume: (1) determinarea destocajului sau stocajului prin analiza fişelor de cont la cele trei conturi de venituri precizate mai sus -711, 721 şi 722 şi (2) tehnica soldurilor la conturile de stocuri din balanţă.

Pentru cei mai puţin iniţiaţi în lucrul cu datele contabilităţii este mai simplu de apelat la programe speciale sau de consultat o metodologie de determinare a acestor informaţii. Astfel, DESTOC reprezintă un sfătuitor excelent pentru oricine ar fi utilizatorul său.

Scanned with OKEN Scanner

10.5.1.3 Dezvoltarea bazei de cunoştinţe a sistemului inteligent DESTOC

Pentru dezvoltarea bazei de cunoştinţe am apelat la generatorul ESIEWin specializat în construirea de baze de cunoştinţe pe bază de scenarii.

Scopuri

În cazul prototipului DESTOC avem două scopuri: "Stocaj" şi "Destocaj". La aceste două situaţii mai pot să apară comentarii necesare modului de calcul.

Scenarii abordate

Un **prim scenariu** (S1) care poate fi dezvoltat constă în faptul "**dacă utilizatorul dispune de informaţii despre situaţia patrimonială**" (Z). In situaţia în care nu dispune de date financiare, atunci se poate aborda problema pe baza datelor neformale constând în informaţii despre ceea ce există în gestiuni sau alte asemenea aspecte. Aceste aspecte nu fac obiectul prezentului demers.

- În scenariul S1 avem inclus un alt scenariu (S11), care pune în evidenţă raportul existent între soldurile iniţiale şi cele finale la conturile de stocuri de natura produselor finite prin "**Soldurile iniţiale sunt mai mari decât soldurile finale la conturile de produse**" (Z). Din acest scenariu rezultă cele două scopuri prezentate mai sus.

Cel de-al doilea scenariu (S2) porneşte de la informaţiile care pot exista în legătură cu rezultatele exerciţiului şi se referă la faptul dacă "**Sunt regularizări în "negru" la venituri (V) şi cheltuieli (C) ? Dacă DA notaţi-le separat !!**" (P). Pentru acest scenariu avem două subscenarii referitoare la:

- S21: "**Rulaj D la cont 121 este egal cu suma totalului rulajului la conturile de cheltuieli**" (Z), cu testarea valorilor referitoare la egalitatea dintre rulajul creditor şi totalul conturilor de venituri. *Răspunsul afirmativ* duce la concluzia că **nu există stocaj sau destocaj**. În situaţia când rulajul creditor este superior totalului rulajelor la conturile de venituri **atunci societatea a înregistrat un stocaj**. Se analizează şi cazul în care rulajul creditor la contul de rezultat nu este nici mai mare nici egal cu suma rulajelor la conturile de venituri, caz în care se sugerează existenţa unei nereguli sau o regularizare în timpul exerciţiului financiar. *Răspunsul negativ* conduce la următorul subscenariu legat de comparabilitatea rulajului debitor al contului de rezultat cu totalul rulajelor la conturile de cheltuieli, în urma căruia se trage concluzia că: societatea a înregistrat un **destocaj** egal cu diferenţa acestora sau situaţie fără soluţie.
- S22: sugerează calculul separat pentru venituri şi cheltuieli pentru a obţine informaţiile de care avem nevoie.

Structura propriu-zisă a bazei de scenarii aferentă prototipului de mai sus o prezentăm în cele ce urmează:

Scanned with OKEN Scanner

<DORIŢI determinarea stocajului sau destocajului ??> Q
<Deţineţi informaţii despre situaţia patrimonială?> Z
<Soldurile iniţiale > decât soldurile finale la conturile de produse - gr. 34> Z
<Societatea a înregistrat destocaj - Faceţi diferenţa pentru a-l afla !> Y
<Societatea a înregistrat stocaj - Faceţi diferenţa pentru a-l afla !> N
<Sunt regularizări în "negru" la venituri (V) şi cheltuieli (C) ? Dacă DA notaţi-le separat !!> P
<Rulaj D 121 egal cu Suma Totalui rulajului la ct. de cheltuieli?> Z
<Rulaj C 121 egal cu Suma Totalului rulajului la ct. de venituri ?> Z
<Nu există destocaj/stocaj> Y
<Rulajul C 121 > Totalul rulajelor la ct. de venituri - Rulaj 711> P
<Societatea a înregistrat un stocaj de SRC121-(SRV-R711)> Y
<Fara soluţie - A se ţine cont de eventualele regularizări în negru > N
<Rulaj D 121 > Totalul rulajelor la conturile de cheltuieli?> P
<Societatea a înreg. un destocaj de SRD121-SRC> Y
<Fără soluţie - A se ţine cont de eventualele regularizări în negru > N
<Calculaţi pe total separat pentru venituri, separat pentru cheltuieli !> N
<Vă putem fi de folos pe viitor - Nu ne evitaţi> N

10.5.1.4. Probleme propuse spre rezolvare

1. Cum se complică analiza datelor dacă se are în vedere producţia în curs de execuţie? Dar în cazul serviciilor şi lucrărilor în curs?
2. Completaţi baza de cunoştinţe cu aspecte ce ţin de posibilitatea transformării produselor finite în mijloace fixe, materii prime, materiale, obiecte de inventar, mărfuri etc.
3. Realizaţi în mod similar un sistem inteligent care să aibă ca subiect determinarea stocajului/destocajului la producţia de imobilizări corporale sau necorporale.

10.5.2. SYSCREM - Prototip de sistem inteligent în sprijinul agenţilor distribuitori de produse cosmetice

10.5.2.1. Aspecte generale

Pe piaţa românească a produselor cosmetice se desfac un număr mare de produse aparţinând firmelor producătoare din ţară sau din exterior. Din gama acestor produse ne-am oprit asupra cremelor utilizate pentru ten, mâini sau corp în scopul întreţinerii sau tratamentului. La rândul lor, aceste creme se pot aplica fie pe timpul zilei, fie pe timpul nopţii.

Acesta este motivul care a stat la baza realizării unui prototip de sistem inteligent care să permită pentru un producător de produse cosmetice stabilirea cărei creme este mai potrivită clientului cu care discută un agent distribuitor de produse cosmetice de acest tip.

Facem precizarea că firma producătoare a acestor creme este stabilită arbitrar şi orice asemănare cu realitatea este pur întâmplătoare.

Scanned with OKEN Scanner

10.5.2.2. Restricţii de respectat

Codificăm, pentru uşurinţa reprezentării, toate sortimentele cu C urmat de un cod care să permită identificarea lor în catalogul de prezentare. Această codificare va sta la baza formulării următoarelor restricţii:

a. creme pentru mâini - întreţinere - C660, C505
b. creme pentru mâini - tratament - C471
c. creme pentru corp - întreţinere - C505, C511, C524, C414
d. creme pentru corp - tratament - C934, C921
e. creme pentru corp - protecţia solară - C202, C206, C210, C215, C220
f. creme pentru ten sensibil - pentru zi - întreţinere - C299, C414
g. creme pentru ten sensibil - pentru zi - tratament - C623, C602
h. creme pentru ten sensibil - pentru noapte - întreţinere - C449
i. creme pentru ten sensibil - pentru noapte - tratament - C618, C534
j. creme pentru ten normal - pentru zi - întreţinere - C255, C250
k. creme pentru ten normal - pentru zi - tratament - C623, C602
l. creme pentru ten normal - pentru noapte - întreţinere - C449
m. creme pentru ten normal - pentru noapte - tratament - C518, C534
n. creme pentru ten uscat - pentru zi - întreţinere - C398, C358
o. creme pentru ten uscat - pentru zi - tratament - C457, C438, C478
p. creme pentru ten uscat - pentru noapte - întreţinere - C447, C465
q. creme pentru ten uscat - pentru noapte - tratament - C457, C478
r. creme pentru ten gras sau combinat - pentru zi - întreţinere - C297
s. creme pentru ten gras sau combinat - pentru zi - tratament - C478
t. creme pentru ten gras sau combinat - pentru noapte - întreţinere - C444
u. creme pentru ten gras sau combinat - pentru noapte - tratament - C478

10.5.2.3. Reprezentarea cunoaşterii

Am prezentat în paragraful precedent cîteva restricţii de respectat în recomandările pe care le face un agent de vânzări atunci când are de prezentat produsul unui client potenţial. Toate acestea se pot reprezenta folosind generatorul ESIEWin, aşa cum am precizat în prima parte a acestui capitol. Rezultatul acestor reprezentări se prezintă mai jos.

```
Căutaţi o cremă marca "C" ? Q
  Pentru mâini ? Z
      De întreţinere ? Z
          Atunci puteţi alege una din cremele: C660, C505 Y
          De tratament ? P
              Atunci puteţi alege crema: C671 Y
              Înseamnă că nu doriţi crema pentru mâini. Reluaţi programul. N
      Pentru corp ? P
          De întreţinere ? Z
              Puteţi alege una din cremele: C505, C511, C524, C414 Y
              De tratament ? P
                  Puteţi alege una din cremele: C934, C921 Y
                  De protecţie solară ? P
                      Puteţi alege una din cremele:C202, C206, C210, C215, C220 Y
                      Înseamnă că nu doriţi crema pentru corp. Reluaţi programul. N
```

Pentru ten ? P
Aveţi ten sensibil ? Z
Doriţi o cremă de zi ? Z
De întreţinere ? Z
Puteţi alege una din cremele: C399, C414 Y
De tratament ? P
Puteţi alege una din cremele: C523, C502 Y
Înseamnă că nu doriţi crema pentru ten. Reluaţi programul. N
Doriţi o cremă de noapte ? P
De întreţinere ? Z
Puteţi opta pentru crema C449 Y
De tratament ? P
Puteţi alege una din cremele: C518, C534 Y
Înseamnă că nu doriţi o cremă pentru ten. Reluaţi programul. N
Înseamnă că nu doriţi o cremă pentru ten. Reluaţi programul. N
Aveţi ten normal ? P
Doriţi o cremă de zi ? Z
De întreţinere ? Z
Puteţi alege una din cremele: 355, 350 Y
De tratament ? P
Puteţi alege una din cremele: 523, 502 Y
Înseamnă că nu doriţi o cremă pentru ten. Reluaţi programul. N
Doriţi o cremă de noapte ? P
De întreţinere ? Z
Puteţi alege crema: C449 Y
De tratament ? P
Puteţi alege una din cremele: C518, C534 Y
Înseamnă că nu doriţi o cremă pentru ten. Reluaţi programul. N
Înseamnă că nu doriţi o cremă pentru ten. Reluaţi programul. N
Aveţi ten uscat ? P
Doriţi o cremă de zi ? Z
De întreţinere ? Z
Puteţi alege una din cremele: C398, C358 Y
De tratament ? P
Puteţi alege una din cremele: C457, C438, C478 Y
Înseamnă că nu doriţi o cremă pentru ten. Reluaţi programul. N
Doriţi o cremă de noapte ? P
De întreţinere ? Z
Puteţi alege una din cremele: C447, C465 Y
De tratament ? P
Puteţi alege una din cremele: C457, C478 Y
Înseamnă că nu doriţi o cremă pentru ten. Reluaţi programul. N
Înseamnă că nu doriţi o cremă pentru ten. Reluaţi programul. N
Aveţi ten gras sau combinat ? P
Doriţi o cremă de zi ? Z
De întreţinere ? Z
Puteţi alege crema: C397 Y
De tratament ? P
Puteţi alege crema: C478 Y
Înseamnă că nu doriţi o cremă pentru ten. Reluaţi programul. N
Doriţi o cremă de noapte ? P
De întreţinere ? Z
Puteţi alege crema: C444 Y
De tratament ? P
Puteţi alege crema: C478 Y
Înseamnă că nu doriţi o cremă pentru ten. Reluaţi programul. N
Înseamnă că nu doriţi o cremă pentru ten. Reluaţi programul. N
Înseamnă că nu doriţi o cremă pentru ten. Reluaţi programul. N
Înseamnă că nu doriţi nici o cremă de mâini, corp sau ten. P
<Yes text here> Y
<No text here> N
Daca doriţi să arătaţi bine, atunci tenul dv.are nevoie de o cremă. N

10.5.2.4. Probleme propuse spre rezolvare

1. Dezvoltați o bază de scenarii care să aibă în vedere și alte produse cosmetice, ca, de exemplu: șampon, săpun etc.
2. Precizați cu ce s-ar putea continua partea din baza de cunoștințe în locul în care apare <Yes text here>?
3. Procedați în mod similar cu partea <No text here>.

10.5.3. MISYS - Prototip de sistem inteligent pentru evaluarea situației unui mijloc fix

10.5.3.1. Aspecte generale

După ultima reevaluare a mijloacelor fixe (HG 500/94) în activitatea zilnică a unui agent economic apar situații în care nu se poate spune care ar fi soluția de aplicat în cazul în care apar cheltuieli mari de reparații, cheltuieli mari de exploatare sau scade productivitatea muncii pe un utilaj ori își face simțită prezența uzura morală sau atunci când nu sunt fonduri pentru achiziția unui noi mijloc fix etc.

La rândul lor, mijloacele fixe prin reînnoirea lor pot determina creșterea productivității muncii și implicit creșterea profitabilității.

Pentru a exploata eficient toate mijloacele fixe de care dispune un agent economic, trebuie să se ia deciziile cele mai eficiente fără să se ajungă în situația angajării societății în sarcini financiare greu de suportat.

Acesta este motivul pentru care am conceput sistemul inteligent MISYS cu ajutorul căruia se poate lua o decizie tehnică cu privire la soarta mijloacelor fixe vechi.

10.5.3.2. Restricții de respectat

Pentru a dezvolta prototipul MISYS este necesară prezentarea scenariilor de lucru ale unui expert uman atunci când evaluează situația concretă în care se află un mijloc fix. Iată câteva asemenea scenarii:

1. Mijlocul fix a fost reevaluat în ultimii 5 ani? - Studiază raportul de evaluare!
2. Mijlocul fix nu a fost reevaluat în ultimii 5 ani? - Se încadrează la categoria "Clădiri", "Construcții și instalații"?- Valoarea rămasă este sub 10% ? - Durata de utilizare rămasă este sub 3 ani? - Gradul real de uzură este peste 90%? - Mijlocul fix a fost reparat mai mult de trei ori în anul precedent? - Mijlocul fix **necesită** o reparație mai mare de 5% din valoarea de inventar? - Casați mijlocul fix și valorificați materialele obținute!
3. Mijlocul fix nu a fost reevaluat în ultimii 5 ani? - Se încadrează la categoria "Clădiri", "Construcții și instalații"?- Valoarea rămasă este sub 10% ? - Durata de utilizare rămasă este sub 3 ani? - Gradul real de uzură este peste 90%? - Mijlocul fix a fost reparat mai mult de trei ori în anul precedent? - Mijlocul fix **nu necesită** o reparație mai mare de 5% din valoarea de inventar? - Casați mijlocul fix și valorificați materialele obținute!
4. Mijlocul fix nu a fost reevaluat în ultimii 5 ani? - Se încadrează la categoria "Clădiri", "Construcții și instalații"?- Valoarea rămasă este sub 10% ? - Durata de utilizare rămasă este sub 3 ani? - Gradul real de uzură este peste 90%? - Mijlocul fix a fost

Scanned with OKEN Scanner

reparat mai mult de trei ori în anul precedent? - Reparația mijlocului fix **diminuează** gradul real de uzură cu cel puțin 5%? - Efectuați reparația și consemnați acest lucru în "Fișa mijlocului fix"!

5. Mijlocul fix nu a fost reevaluat în ultimii 5 ani? - Se încadrează la categoria "Clădiri", "Construcții și instalații"?- Valoarea rămasă este sub 10% ? - Durata de utilizare rămasă este sub 3 ani? - Gradul real de uzură este peste 90%? - Mijlocul fix **nu a fost** reparat mai mult de trei ori în anul precedent? - Reparația mijlocului fix **nu diminuează** gradul real de uzură cu cel puțin 5%? - Reparația nu rezolvă problemele tehnice: soluția constă în casare/vânzare!.

10.5.3.3. Reprezentarea cunoașterii

Prezentăm mai jos baza de cunoștințe în conformitate cu cele relatate anterior. Generatorul folosit pentru reprezentarea cunoașterii este ESIEWin.

<Mijlocul fix în cauză a fost reevaluat în ultimii 5 ani ?> Q
<Studiați raportul de reevaluare tehnico-economică> Y
<MF se încadrează la "Clădiri" sau "Construcții și instalații"?> P
<Valoarea rămasă este sub 10% ?> Z
<Durata de utilizare rămasă este sub 3 ani> Z
<Gradul real de uzură este peste 90%> Z
<MF a fost reparat mai mult de 3 ori în anul precedent> Z
<MF necesită o reparație evaluată la mai mult de 5% din valoarea de inventar> Z
<Casați MF și valorificați materiale obținute> Y
<Realizați reparația dar cereți o nouă evaluare tehnică!> N
<Reparatia MF atenueaza gradul real de uzura cu cel putin 5%> P
<Efectuați reparația și consemnați acest lucru în fișa MF> Y
<Reparația nu rezolvă problemele tehnice - soluția: casare/vânzare > N
<Reparația micșorează gradul de uzură tehnică cu cel puțin 10%> P
<Productivitatea muncii se menține la 30-40% din cea aferentă unui MF nou> Z
<Reparația merită făcută> Y
<Recomandare: vindeți/casați MF în cauză> N
<Revedeți proiectul de reparații - solicitați o altă variantă de reparare> N
<Productivitatea muncii se menține la 50-60% din cea aferentă unui MF nou> P
<Viitoarele cheltuieli de întreținere și reparații vor depăși 30% din valaorea de intrare> Z
<MF recomandat pentru vânzare> Y
<Se recomandă reparații capitale> N
<MF recomandat pentru vânzare> N
<Productivitatea muncii se menține la 60-70% din cea aferentă unui MF nou> P
<Se recomandă RK> Y
<Realizați o evaluare tehnică susținută de un studiu de fezabilitate în vederea reparării> N
<Valoarea rămasă este sub 5% ?> P
<Grad de uzura peste 80%> Z
<Reparația afectează funcționalitatea, imaginea firmei sau mediul înconjurător> Z
<Casați/vindeți MF> Y
<Productivitatea este afectată cu cel puțin 30%> P
<Vindeți MF, iar cu banii recuperați și cei necesari pt. RK cumpărați altul> Y
<În ultimul an a fost reparat de cel puțin 2 ori> P
<Casați/vindeți MF> Y
<Reparația micșorează gradul de uzură cu 10-15%> P
<Efectuați reparația și menționați acest lucru în Fișa MF> Y
<MF poate fi vândut> N
<MF se încadrează la categoria "Animale" sau "Plantații"> P
<Consultați un medic veterinar sau un inginer specialist> Y
<Întocmiți studiu de fezabilitate tehnică în vederea reparării> N
<Urmează detalierea> N

10.5.3.4. Probleme propuse spre rezolvare

1. Localizaţi în baza de scenarii fiecare din cele 5 scenarii enumerate mai sus.
2. Continuaţi prezentarea scenariiilor rămase neprecizate.
3. Extindeţi baza de scenarii şi în cazul luării în consideraţie a metodelor accelerate de amortizare, a uzurii morale ridicate şi a micşorării preţurilor de cumpărare de pe piaţă.
4. Cum influenţează rata inflaţiei scenariile de mai sus ?.

10.5.4. RISK- Prototip de sistem inteligent pentru evaluarea riscului financiar

10.5.4.1. Aspecte generale

Studiul nostru îşi propune o abordare interdisciplinară a riscului unui întreprinzător cu ajutorul sistemelor inteligente de tipul sistemelor expert, ca urmare a "facilităţilor suplimentare oferite de capacităţile inferenţiale" specifice acestora. Nu trebuie scăpat din vedere faptul că aceste sisteme inteligente se pot integra cu sistemele hipermedia şi cele hipertext, operaţie în urma căreia valoarea aplicaţiei inteligente creşte pe măsură.

Literatura de specialitate delimitează clar în categoria de risc al întreprinzătorului, riscul economic, riscul financiar şi cel de faliment. Toate aceste trei forme de manifestare ale riscului trebuie evaluate atât separat, cât şi la nivel global pentru a oferi o imagine de ansamblu cu privire la nivelul de risc asumat de un întreprinzător. Ceea ce complică foarte mult această evaluare este faptul că aceasta se poate face la momente diferite, cu informaţii complete sau incomplete, din interiorul sau exteriorul entităţii economice analizate, de pe poziţia de actual sau viitor proprietar, pentru o entitate economică deschisă sau nu şi într-un mediu economic stabil sau instabil.

10.5.4.2. Caracteristici teoretice ale unei aplicaţii inteligente pentru gestiunea riscului

Aplicaţiile inteligente de acest tip ar constitui un punct de maxim interes în lumea afacerilor, pe domeniul diagnosticului financiar şi al riscului în special. În aceste condiţii un investitor sau manager, de la orice nivel, ar fi interesat de posibilitatea cuplării la o bază de cunoştinţe care să-l informeze şi să-l sfătuiască despre cum se prezintă situaţia sa financiară prin prisma riscurilor la care se poate aştepta. Asemenea sisteme inteligente, în măsura în care există informaţia de specialitate, pot fi foarte interesante şi pentru un investitor care trebuie să afle dacă entitatea în care va investi prezintă un anume risc şi care este acela.

10.5.4.3. Scurtă prezentare a sistemului inteligent de evaluare a riscului - RISK

Toate aceste probleme prezentate de noi au stat la baza elaborării unu prototip de sistem inteligent prin care se abordeză diagnosticul riscului pe cazul concret al unui agent economic. Prezenta aplicaţie inteligentă, RISK, a fost concepută să ofere informaţii utilizatorilor cu privire la gradul de risc, oportunitatea de plasare a banilorîntr-o afacere

pentru un investitor, precum şi câteva direcţii posibile de urmat în atenuarea impacului aferent.

Riscul de faliment a fost evaluat pe seama unui număr de cinci indicatori economico-financiari, în urma cărora s-a acordat un punctaj pentru risc şi rentabilitate. Acest punctaj a stat la baza evaluării riscului de faliment, a tipului de plasament şi a cauzelor/direcţiilor pe care trebuie să se meargă. Indicatorii de care s-a ţinut cont sunt următorii: structura maselor patrimoniale, gradul de îndatorare, echilibrul financiar, gradul de lichiditate şi viteza de rotaţie a capitalurilor(vezi tabelul nr. 10.21.).

Tabelul nr. 10.21. *Aspecte privind evaluarea pe bază de punctaj a riscului de faliment*

Risc de faliment	Plasament financiar	Direcţii - cauze	Total	Prisc	Prent
Mic	Rentabil	suplimentare FR	5	3	2
Mic	Rentabil	active subutilizate	3	3	0
Mic	Nerentabil	sunt necesare investiţii	3	3	0
Mic	Nerentabil	analiză active în structura lor	1	3	-2
Mediu	Rentabil	capitaluri subutilizate	3	1	2
Mediu	Rentabil	capitaluri şi active subutilizate	1	1	0
Mediu	Nerentabil	capitaluri subutilizate	1	1	0
Mediu	Nerentabil	capitaluri şi active subutilizate	-1	1	-2
Mediu	Rentabil	active imobilizate mari	3	1	2
Mediu	Rentabil	active subutilizate	1	1	0
Mediu	Nerentabil	conjunctură financiară nefavorabilă	1	1	0
Mediu	Nerentabil	active subutilizate în conjunctură financiară nefavorabilă	-1	1	-2
Mare	Rentabil	conjunctură financiară favorabilă – schimbaţi politica	1	-1	2
Mare	Rentabil	active şi capitaluri supradimensionate	-1	-1	0
Mare	Nerentabil	active insuficiente/subevaluate/uzate	-1	-1	0
Mare	Nerentabil	reorganizare tehnico-economică necesară	-3	-1	-2
Mic	Rentabil	datorii mari	3	1	2
Mic	Rentabil	conjunctură favorabilă - profit mic	1	1	0
Mic	Nerentabil	conjunctură financiară nefavorabilă	1	1	0
Mic	Nerentabil	decapitalizare uşoară	-1	1	-2
Mediu	Rentabil	datorii mari - capitaluri neutilizate	1	-1	2
Mediu	Rentabil	profit mic - active subutilizate	-1	-1	0
Mediu	Nerentabil	profit mic - capitaluri neutilizate	-1	-1	0
Mediu	Nerentabil	active subutilizate	-3	-1	-2
Mediu	Rentabil	profituri mari - cash flow cu probleme	1	-1	2
Mediu	Rentabil	profituri mici - cash flow cu probleme	-1	-1	0
Mediu	Nerentabil	capitaluri subutilizate - cash flow negativ	-1	-1	0
Mediu	Nerentabil	este posibilă revenirea după acoperirea datoriilor	-3	-1	-2
Mare	Rentabil	se poate şi mai bine	-1	-3	2

Scanned with OKEN Scanner

Elementele prezentate în tabelul de mai sus sunt doar câteva dintre combinațiile posibile care vizează evaluarea riscului de faliment prin prisma utilizatorului final de sisteme inteligente în domeniul gestiunii financiare.

Aceste aspecte sunt avute în vedere de noi în prototipul de sistem expert RISK, care în funcție de nivelul de cunoaștere al unui utilizator (întreprinzător) asupra entității în cauză cu privire la aspectele menționate mai sus, evaluează riscul global în trei grupe: risc minim, incertitudine și risc maxim. Concomitent cu această evaluare globală se are în vedere și o interpretare a riscului economic în funcție de cel financiar. Fiind un prototip, am abordat doar anumite cazuri ale problemei analizate, așa cum rezultă și din tabelul de evaluare.

10.5.4.4.Reprezentarea cunoașterii cu generatorul ESIEWin

Pe baza cunoașterii experților din domeniul analizat și a tabelului precedent am reușit dezvoltarea unei baze de cunoștințe pe care o prezentăm în cele ce urmează.

<Interesul proprietarului este pe termen scurt> Q
<Dispuneți de date financiare ?> Z
<Situația maselor patrimoniale este echilibrată> Z
<Grad de îndatorare sub 35%> Z
<Apreciați pozitiv echilibrul financiar > Z
<Gradul de lichiditate este mare> Z
<Viteza de rotație a capitalurilor este mare> Z
<Rentabilitatea financiară este superioară ratei dobânzii> Z
<Rentabilitatea economică a activelor este optimă sau peste optim> Z
<Risc minim - investiție profitabilă> Y
<Risc minim - plasament bun> N
<Rentabilitatea economică a activelor este slabă sau critică> P
<Risc mic - Faliment exclus - active nefolosite - capitaluri mici> Y
<Conjunctură financiară nefavorabilă - activitate rentabilă> N
<Rentabilitatea financiară este inferioară ratei dobânzii> P
<Rentabilitatea economic a activelor este slabă sau critică> Z
<Risc mediu - capitaluri neutilizate - Semne de început de faliment> Y
<Conjunctură financiară nefavorabilă - activitate rentabilă> N
<Rentabilitatea economică a activelor este optimă sau peste optim> P
<Risc mic - subutilizare capitaluri proprii - interes pe termen lung> Y
<Risc mediu - rentabilitate scazută - investiție periculoasă> N
<Viteza de rotație a capitalurilor este mare> P
<Rentabilitatea financiară este superioară ratei dobânzii> Z
<Rentabilitatea economică a activelor este optimă sau peste optim> Z
<Societatea are probleme cu cash flow-ul pe termen scurt> Y
<Cash-flow problematic - semne de faliment - ulterior posibil o revenire cu costuri mari> N
<Rentabilitatea economică a activelor este optimă sau peste optim> P
<Conjunctura financiară nefavorabilă - risc minim - câștig pe termen mediu> Y
<Investiții mari - risc de faliment redus - plasament pe termen mediu și lung> N
<Rentabilitatea financiară este superioară ratei dobânzii> P
<Rentabilitatea economică a activelor este optimă sau peste optim> Z
<Risc de faliment mediu - câștiguri bune - recomandăm restructurare imediată> Y
<Risc de faliment mediu - plasament avantajos - recomandăm analiza rentabilității activelor> N
<Rentabilitatea economică a activelor este optimă sau peste optim> P
<Active imobilizate (mici) suprautilizate - capitaluri mari neutilizate - risc de faliment mic> Y
<Active imobilizate și capitaluri neutilizate - risc de faliment mare> N
<Gradul de lichiditate este mare> P
<Viteza de rotație a capitalurilor este mare> Z
<Rentabilitatea financiară este superioară ratei dobânzii> Z
<Rentabilitatea economică a activelor este optimă sau peste optim> Z
<Risc de faliment mic - plasament financiar rentabil - suplimentați fondul de rulment !!!> Y

<Risc de faliment mic - plasament financiar rentabil - active imobilizate subevaluate!!!> N
<Rentabilitatea economică a activelor este optimă sau peste optim> P
<Risc de faliment mic - plasament financiar nerentabil - sunt necesare investiţii> Y
<Risc de faliment mic - plasament financiar nerentabil - analizati activele in structura lor> N
<Rentabilitatea financiară este superioară ratei dobânzii> P
<Rentabilitatea economică a activelor este optimă sau peste optim> Z
<Risc de faliment mediu - plasament financiar rentabil - capitaluri subutilizate> Y
<Risc de faliment mediu - plasament financiar rentabil - capitaluri şi active subutilizate> N
<Rentabilitatea economică a activelor este optimă sau peste optim> P
<Risc financiar mediu - plasament financiar nerentabil - capitaluri subutilizate> Y
<Risc financiar mediu - plasament financiar nerentabil - capitaluri şi active subutilizate> N
<Viteza de rotaţie a capitalurilor este mare> P
<Rentabilitatea financiară este superioară ratei dobânzii> Z
<Rentabilitatea economică a activelor este optimă sau peste optim> Z
<Risc de faliment mediu - plasament financiar - rentabil - active imobilizate mari - Fond de rulment mic> Y
<Risc de faliment mediu - plasament financiar rentabil - active subutilizate> N
<Rentabilitatea economică a activelor este optimă sau peste optim> P
<Risc de faliment mediu - plasament financiar nerentabil - conjunctura financiara nefavorabilă > Y
<Risc de faliment mediu - plasament financiar nerentabil - active subutilizate în conjunctură financiară nefavorabilă> N
<Rentabilitatea financiară este superioară ratei dobânzii> P
<Rentabilitatea economică a activelor este optimă sau peste optim> Z
<Risc de faliment mare - plasament financiar rentabil - conjunctură financiară favorabilă - schimbaţi politica> Y
<Risc de faliment mare - plasament financiar rentabil - active şi capitaluri supradimensionate> N
<Rentabilitatea economică a activelor este optimă sau peste optim> P
<Risc de faliment mare - plasament financiar nerentabil - active insuficiente/subevaluate/uzate> Y
<Risc de faliment mare - plasament financiar nerentabil - reorganizare tehnico-economică necesară> N
<Apreciaţi pozitiv echilibru financiar> P
<Gradul de lichiditate este mare> Z
<Viteza de rotaţie a capitalurilor este mare> Z
<Rentabilitatea financiară este superioară ratei dobânzii> Z
<Rentabilitatea economică a activelor este optimă sau peste optim> Z
<Risc mic - plasament rentabil - datorii mari> Y
<Risc mic - plasament rentabil - conjunctură favorabilă - profit mic> N
<Rentabilitatea economică a activelor este optimă sau peste optim> P
<Risc mic - plasament nerentabil - conjunctură financiară nefavorabilă> Y
<Risc mic - plasament nerentabil - decapitalizare uşoară> N
<Rentabilitatea financiară este superioară ratei dobânzii> P
<Rentabilitatea economică a activelor este optimă sau peste optim> Z
<Risc mediu - plasament rentabil - datorii mari - capitaluri neutilizate> Y
<Risc mediu - plasament rentabil - profit mic - active subutilizate> N
<Rentabilitatea economică a activelor este optimă sau peste optim> P
<Risc mediu - plasament nerentabil - profit mic - capitaluri neutilizate> Y
<Risc mediu - plasament nerentabil - active subutilizate> N
<Viteza de rotaţie a capitalurilor este mare> P
<Rentabilitatea financiară este superioară ratei dobânzii> Z
<Rentabilitatea economică a activelor este optimă sau peste optim> Z
<Risc mediu - plasament rentabil - profituri mari - cash flow cu probleme> Y
<Risc mediu - plasament rentabil - profituri mici - cash flow cu probleme> N
<Rentabilitatea economică a activelor este optimă sau peste optim> P
<Risc mediu - plasament nerentabil - capitaluri subutilizate - cash flow negativ> Y
<Risc mediu - plasament nerentabil - este posibilă revenirea după acop. datoriilor> N
<Rentabilitatea financiară este superioară ratei dobânzii> P
<Rentabilitatea economică a activelor este optimă sau peste optim> Z
<Risc mare - plasament rentabil - se poate şi mai bine> Y
<Risc mare - plasament rentabil - profit mic - datorii mari - lipsa fonduri> N
<Rentabilitatea economică a activelor este optimă sau peste optim> P
<Risc mare - plasament nerentabil - > Y
<Risc mare - plasament nerentabil -> N
<Gradul de lichiditate este mare> P

Scanned with OKEN Scanner

<Viteza de rotaţie a capitalurilor este mare> Z
<Rentabilitatea financiară este superioară ratei dobânzii> Z
<Rentabilitatea economică a activelor este optimă sau peste optim> Z
<Yes text here> Y
<No text here> N
<Rentabilitatea economică a activelor este optimă sau peste optim> P
<> Y
<> N
<Rentabilitatea financiară este superioara ratei dobânzii> P
<Rentabilitatea economică a activelor este optimă sau peste optim> Z
<Yes text here> Y
<No text here> N
<Rentabilitatea economică a activelor este optimă sau peste optim> P
<Yes text here> Y
<No text here> N
<Viteza de rotaţie a capitalurilor este mare> P
<Rentabilitatea financiară este superioară ratei dobânzii> Z
<Rentabilitatea economică a activelor este optimă sau peste optim> Z
<Yes text here> Y
<No text here> N
<Rentabilitatea economică a activelor este optimă sau peste optim> P
<Yes text here> Y
<No text here> N
<Rentabilitatea financiară este superioară ratei dobânzii> P
<Rentabilitatea economică a activelor este optimă sau peste optim> Z
<Yes text here> Y
<No text here> N
<Rentabilitatea economică a activelor este optimă sau peste optim> P
<Yes text here> Y
<No text here> N
<Grad de îndatorare sub 35%> P
<Apreciaţi pozitiv echilibrul financiar > Z
<Gradul de lichiditate este mare> Z
<Viteza de rotaţie a capitalurilor este mare> Z
<Rentabilitatea financiară este superioară ratei dobânzii> Z
<Rentabilitatea economică a activelor este optimă sau peste optim> Z
<Yes text here> Y
<No text here> N
<Rentabilitatea economică a activelor este optimă sau peste optim> P
<Yes text here> Y
<No text here> N
<Rentabilitatea financiară este superioară ratei dobânzii> P
<Rentabilitatea economică a activelor este optimă sau peste optim> Z
<> Y
<No text here> N
<Rentabilitatea economică a activelor este optimă sau peste optim> P
<Yes text here> Y
<No text here> N
<Viteza de rotaţie a capitalurilor este mare> P
<Rentabilitatea financiară este superioară ratei dobânzii> Z
<Rentabilitatea economică a activelor este optimă sau peste optim> Z
<Yes text here> Y
<No text here> N
<Rentabilitatea economică a activelor este optimă sau peste optim> N
<Rentabilitatea financiară este superioară ratei dobânzii> P
<Rentabilitatea economică a activelor este optimă sau peste optim> Z
<Yes text here> Y
<No text here> N
<Rentabilitatea economică a activelor este optimă sau peste optim> P
<Yes text here> Y
<No text here> N
<Gradul de lichiditate este mare> P
<Viteza de rotaţie a capitalurilor este mare> Z
<Rentabilitatea financiară este superioară ratei dobânzii> Z
<Rentabilitatea economică a activelor este optimă sau peste optim> Z
<Yes text here> Y
<No text here> N
<Rentabilitatea economică a activelor este optimă sau peste optim> P
<Yes text here> Y
<No text here> N

Scanned with OKEN Scanner

<Rentabilitatea financiară este superioară ratei dobânzii> P
<Rentabilitatea economicaă a activelor este optimă sau peste optim> Z
<Yes text here> Y
<No text here> N
<Rentabilitatea economică a activelor este optimă sau peste optim> P
<Yes text here> Y
<No text here> N
<Viteza de rotaţie a capitalurilor este mare> P
<Rentabilitatea financiară este superioară ratei dobânzii> Z
<Rentabilitatea economică a activelor este optimă sau peste optim> Z
<Yes text here> Y
<> N
<Rentabilitatea economică a activelor este optimă sau peste optim> P
<Yes text here> Y
<No text here> N
<Rentabilitatea financiară este superioară ratei dobânzii> P
<Rentabilitatea economică a activelor este optimă sau peste optim> Z
<Yes text here> Y
<No text here> N
<Rentabilitatea economică a activelor este optimă sau peste optim> N
<Apreciaţi pozitiv echilibrul financiar> P
<Yes text here> Y
<No text here> N
<Grad de îndatorare sub 35%> P
<Apreciaţi pozitiv echilibrul financiar> Z
<Yes text here> Y
<No text here> N
<Apreciaţi pozitiv echilibrul financiar> P
<Yes text here> Y
<No text here> N
<Situaţia maselor patrimoniale este echilibrată> N

10.5.4.5. Posibilităţi de continuare

Considerăm că acest prototip poate fi îmbunătăţit şi adus în faza de sistem inteligent comercial prin utilizarea tehnologiei bazelor de date inteligente şi tehnologiei multimedia, care oferă facilităţi sporite de depozitare a cunoaşterii şi de acces la aceasta.

Scanned with OKEN Scanner

INDEX

1st Class 254, 261
A
abducția 45, 153
Access 210
achiziția cunoașterii 178
Actors 133
Ada 133
Advisor 61
AES 261
AGE 35
agendă 160
agent 85
agent inteligent 85
agenți experți 86
algoritmi genetici 12, 26
algoritmul Rete 15
Al-Zobaidie 245
AM 76
Andone 124, 174, 197, 232
AQUINAS 178
arbore de căutare 148
arbori decizionali 165
ART 260
aserțiuni 128
Asimov 15
AUDITOR 69
AuditPlaning 61
autocunoaștere 48
AUTOINTELLIGENCE 179
AUTOMATED TAX 69
AUTOSELECT 53
axon 136
B
backtracking 145
Bader 242
Bakes 89
Bastianelo 24
Baur 38
bază de cunștințe 13, 14, 39, 43
bază de fapte 114
bază de reguli 115
Beerel 263
BEST 71
Bielawski 36
Blanning 67
BrainMaker 251
Buchanan 14, 34
C
C++ 171, 210, 257
cadre 123, 125, 156
cadru de acțiune 125
cadru de situație 125
CADUCEUS 14, 76
calculul predicatelor 131
calculul propozițional 128
CAM 59
capacitate explicativă 51
Cârstea 312
CASE 79
CASNET 119
CASNET 76
CATS-1 35
căutarea 13, 146
căutarea euristică 151
căutarea sistematică 149
CCR/36 Advisor 61
chioșcuri electronice 33
CHRIS 24
ciclu de inferență 159
ciclu RUDE 220, 222
ciclul de viață 216
CIM 59
clase de obiecte 115
CLASS 69
CLEOPATRA 69
CLIPS 251, 261
CLOS 133
CLOUT 294
cognotica 14
cognotician 51, 176, 179
colectarea cunoașterii 174
compararea 13
comportament inteligent 17
conectori logici 110
conexionism 254
Connel 61, 100
CONTFIN 385, 387, 392
contradicția 110
controlul 13
CREDITEXPERT 67
cuantificatorul existențial 126, 131

Scanned with OKEN Scanner

cuantificatorul universal 126, 131
cunoaştere 12, 40, 102
cunoaştere declarativă 104, 137
cunoaştere din domeniu 103
cunoaştere procedurală 104, 137
cunoaştere structurată 138
cunoaşterea apriori 104
cunoaşterea profundă 106
cunoaşterea superficială 106
cunoaşterea tacită 104
cunoştere euristică 138
CYBERCREDIT 69
D
data mining 24
datele 102
DECIDEX 90
Decision Support Systems 19, 21, 244
DECTalk 256
deducţia 45, 152
DENDRAL 19, 34, 35
dendrite 136
depozitarea expertizei 71
depozite de date 24
Descartes 112
DESTOC 399
DIAFIN 356, 363
DIASE 356, 368, 382
difuzarea expertizei 70
domeniile integrării 254
domeniu 12
domeniul cunoaşterii 108
domeniul problemei 103
Drăgănescu 17
Durkin 195
E
Eduards 220
Edwards 61, 100, 255
EIS 24, 242
ELIZA 20
EMYCIN 35, 199
Ernst 76
ESE 261
ESIEWin 394
ESPRIT 15
ETS 178
EURISKO 35
euristică 45, 151
EVIN 385, 387
Excel 210, 263
execuţia 186
EXPERT 35
Expertest 61
experţi 47, 49, 225
expertiza 27, 47, 49, 50
ExploreNet 163
EXSYS 206, 247, 251, 261
EXSYS Professional 57, 261, 268, 270
EY/Decision Support 61
F
factori de certitudine 154, 192
fapte permanente 115
fapte temporale 115
faptele 12
Farreny 38, 115
Feigenbaum 16, 19, 34, 37
ferestre multiple 249
FESS 76
filtrare 186
FINEX 68
FINEXPERT 69
FINEXPRO 69
FINSIM 82
FLOPS 76
FOLIO 72
FOREX 31
formarea continuă 72
Frenzel 38
FRL 122
G
generatoare de sisteme expert 35, 256
GEN-X 64
Georgios 73

Scanned with OKEN Scanner

gestiunea electronică a documentelor 24
Giarratano 38, 46, 216, 250
Ginsberg 31
Giumale 17
Gleizes 78
Goonatilake 262
GPS 19, 34
graf de apartenenţă 135
graf de moştenire 135
graf de stare 147
grafuri de dependenţă 118
Grimson 245
GUI 211
GURU 241
H
HAL 246
Harmon 13, 95, 223, 238
Harris-James 220
Hannaford 220
HEARSAY 76
HELIX 66
Hendler 233
hipermedia 82, 211
hipertextul 211
Holsapple 17
HPP 19
hypercard 213
I
IAC 21
icoane 228
incertitudinea 153, 188, 190
inducţia 45, 152
inferenţierea 51, 105
informaţia 102
instanţierea 134
integrarea fizică 240
integrarea funcţională 240
integrarea sistemelor 239
Integrated Environments 257
inteligenţă 12, 16
inteligenţa artificială 12, 14, 18
inteligenţa artificială distribuită 85
inteligenţă naturală 12, 18, 22
inteligenţa socială 18
interfaţă de dialog 40, 43, 203
INTERNIST 17, 76
interviul 175
IPL II 14
ipoteza conexionistă 24
ipoteza cognitivistă 23
ipoteza sistemică 23
ISA 76
istoria inteligenţei artificiale 15
încapsularea 133, 241
învăţarea 41
J
Jackson 30
just-in-time 36
K
KADS 180
Kant 122
Kappa-PC 261
Karkan 59
KAS 35
KAT 180
KEE 122, 251
KEE conection 245
Kelly 177
KES 255
King 95
KN 79
Knight 38
KnowledgePro 213
KPE 79
KRITON 178
KRL 122
L
Laird 15
Lederberg 16, 34
legarea dinamică 134

Scanned with OKEN Scanner

Level 5 180, 206
limbajul de reprezentare a cunoaşterii 108
LISP 15, 80, 171, 257
Loan Probe 61
logica fuzzy 27, 132, 155
LOOPS 131
Luger 30
M
MACSYMA 35
Management Information Systems 16, 251
managementul cunoaşterii 23
manipularea simbolurilor 13, 47
MARVEL 14
McCorduck 16
McCarthy 14, 34
mecanism de moştenire 133
mecanisme de inferenţe 108
medii hibride 260, 266
medii specifice 260
MEFAT 308, 360, 367
memoria întreprinderii 23
meniuri 204
mesageria electronică 24
mesajul 134
metacunoaştere 48, 105, 113, 138
METADENDRAL 35, 76
metametodologie 216
metareguli 113, 161
metoda 132, 134
metoda obiectelor structurate 132
metoda regulilor de producţie 109
metode de căutare 149
metode de reprezentare a cunoaşterii 109
metode de reprezentare a incertitudinii 190
metode declarative 109
metode procedurale 109
metodologia POLITE 220
MILORD 76
Minsky 14, 34, 85
MISYS 404
modelare vizual-interactivă 213
modul de achiziţionare a cunoaşterii 41, 43
modul de cunoaştere 84, 86
modul explicativ 41, 44
modus-ponens 130
modus-tollens 130
MoniTARS 30
moştenirea 134
motorul de inferenţe 16, 40, 186, 199
multimedia 36, 211
MYCIN 14, 35, 76, 193
N
Nadal 136
Năstase 116
NestorWriter 256
neuronii 136
Neuroshell 135
Newell 16
Nexpert 180, 261
NEXUS 66
Nobel 13
normalizarea deciziilor 78
Norvig 17, 85
O
O'Leary 60, 65
obiecte 13, 132
obiectivele inteligenţei artificiale 13
obiectul 133
Office Intelligence System 78
Oprea 357
OPS 15
P
paradigma neprocedurală 251
paradigma procedurală 251
paradigmele programării 251
partajarea rezultatelor 87
partajarea sarcinilor 88
Partridge 220
Pau 62
PEGASUS 15

Scanned with OKEN Scanner

PERCEPTRON 15
Pigford 38, 102, 170, 219
PIKA 180
Platon 103
PLN 19
POPLOG 72
Portofolio Management System 68
postimplementarea 223
procese inferenţiale 45, 159
procesor de inferenţe 9
program inteligent 14
programarea bazată pe inducţie 254
programe-agent 86
PROLOG 128, 171, 199, 251
propoziţia contingentă 129
PROSPECTOR 15
protocoale 68, 176
prototip 230
prototipizare 133, 230
PUFF/Centacer 76
Puppe 46, 78, 94, 250
Q
Quillian 17
R
R 22
raţionament cu cadre 156
raţionament fuzzy 27, 35
raţionament ierarhic 168
raţionament nemonoton 189
raţionamente 13, 146, 161
reguli 51
reguli de producţie 109
reguli fuzzy 166
reificare 126
reprezentarea cunoaşterii 108
reprezentarea simbolică 13
reţele de cauzalitate 116
reţele multistrat 137
reţele neuronale 25, 135
reţele semantice 116
rezoluţia 162
rezoluţia distribuită 85
rezoluţia multiagent 85
rezolvarea conflictelor 186
RF 20
RGA 177
RGP 18
Rich 17, 38
Riley 38, 46, 216, 250
RISK 406
RiskAdvisor 61
Robinson 194
robotica 20
Rochester 14
Rosenbloom 14
ROSIE 64
Rowe 31
Russel 17, 85
S
scenarii 122, 125
schema 121
SE 13, 26
selectarea experţilor 220
selecţie 186
SEPECC 96, 138, 163, 182, 201, 213
SQL 245
set fuzzy 156
seturi de reguli 114
SGBD 70, 224, 241, 245, 272
SGBM 70
Shaw 15, 34
Shells 258
silogismul 128
Silverman 72
simbol 13
Simon 16, 19
sistem bazat pe cunoştinţe 39, 96
sistem expert 19, 22, 29
sistem expert de gestiune 67
sistem inteligent 13, 17, 26

Scanned with OKEN Scanner

sisteme 239
sisteme bazate pe reguli 16
sisteme de consultanţă 77
sisteme de inteligenţă artificială 13
sisteme de raţionament automat 132
sisteme de transfer a expertizei 77
sisteme expert 12, 37, 39, 46, 52
sisteme expert externe 76
sisteme expert interactive 78
sisteme expert interne 76
sisteme fuzzy 12, 25, 27, 28, 76
sisteme hibride 12, 25, 29
sisteme încapsulate 78
sisteme multiexpert 83
sisteme neuronale 12, 25, 255
sloturi 122, 156
SmallTalk 119, 171
SNARK 14
Soma 134
Sowa 102
SRL 122
Stancu 362
strategie de control 147, 157
strategii de raţionament 151
strategii inferenţiale 13
structură de cunoaştere 102
Stubblefield 32
studiu de fezabilitate 226
SYCREM 401
SYSBANK 338, 343, 355
SYSCOST 322, 327, 333
SYSMARK 279, 285, 289, 300, 312
Şerbănaţi 17
T
tabla neagră 87
tabele de exemple 210
Tanimoto 31
tautologia 129
TAX-ADVISOR 78
TAXMAN 78
tehnologia proceselor cooperative 24
testul Turing modificat 236
tipologia regulilor de producţie 112
Tjoen 59
Tools 307
transferul expertizei 51
transmiterea mesajelor 133
trasa 23, 175
Treacy 91
Treleaven 262
triplete obiect-atribut-valoare 119
Turban 17, 102, 177, 219, 238
Turing 15, 31
Ţugui 124
V
VATIA 61
vederea artificială 16
VENTUREXPERT 69
VIM 211
Visual FoxPro 210
Visul Basic 210
VP-Expert 194, 261
Waterman 45, 224
Watkins 60, 240
Weizenbaum 15
WHY 126
WINDOWS 245
Winston, A.B. 17
Winston, P. 17
X
XCON/R1 14, 35, 77
XFL 81
XSEL 35, 77
Z
Zadeh 15
Zaharie 116
Z-II 76

Scanned with OKEN Scanner

ANEXĂ

GENERATOARE DE SISTEME EXPERT COMERCIALIZATE

Tabelul A.1. *Generatoare de sisteme expert comercializate pe piaţa internaţională*

Denumire	Caracteristici	Informaţii despre firma producătoare
ACQUIRE	Îndeplineşte funcţii de generator de sisteme expert şi de instrument de achiziţie a cunoaşterii. Este un mediu complet pentru dezvoltarea şi întreţinerea aplicaţiilor inteligente. Oferă o metodologie pentru ingineria cunoaşterii orientată pe expert după principiile abordării structurate a achiziţiei cunoaşterii. Este un instrument hibrid care lucrează cu obiecte structurate , reguli de producţie şi tabele de decizie. Dispune de posibilităţi de gestiune a cunoaşterii incerte, elaborare de rapoarte şi autodocumentarea bazelor de cunoştinţe în mediul hipertext. Este livrat cu Kit, manual, tutorial, Help on-line şi telephone helpline. Kitul de dezvoltare a softului se numeşte ACQUIRE-SDK şi funcţionează sub toate sistemele de operare pentru calculatoare compatibile IBM-PC/PS. Preţ 995 USD.	Acquired Intelligence Inc., Victoria, Canada http://vvv.com/ai
ACTIVATION FRAMEWORK	Îndeplineşte funcţii pentru construirea aplicaţiilor inteligente pentru interpretarea datelor în timp real. Este numai un instrument compatibil cu Gensym's G2, care lucrează pe calculatoare personale sub DOS, WINDOWS şi UNIX.	The Real-Time Intelligent Systems Corporation Chelmsfond USA E-mail: rtis@world.std.com
Aion Development System (ADS)	Este un generator care funcţionează pe toate tipurile de platforme şi utilizează reprezentarea cunoaşterii prin obiecte structurate, reguli de producţie şi grafice. Dispune de o interfaţă utilizator grafică.	Aion Corporation, Palo Alto, U.S.A. Fax: 415-321-7728
Angass Knowledge Seeker	Este un instrument inteligent pentru data-mining care poate fi utilizat la obţinerea bazelor de cunoştinţe dintr-o bază de date asupra căreia pot fi descoperite relaţii de tipul cauză-efect. Preţ: 799 USD ver. DOS 899 USD ver. Windows	Angass Software International Ltd. Toronto, Canada, Fax: 416-593-5077
ART*Enterprise	Constituie cea mai recentă versiune a unui mediu de dezvoltare a sistemelor expert bazate pe reguli de producţie şi obiecte structurate, integrate cu baze de date la nivelul întreprinderii, Nu suportă direct controlul înapoi, ci numai controlul înainte.	Brightware Inc., Novato Ca, U.S.A. Home page: http://www.brightware.com

Scanned with OKEN Scanner

Arity Expert Development Package	Este un generator capabil să integreze reprezentări ale cunoaşterii prin reguli de producţie şi cadre. Preţ: 495 USD.	Arity Corporation, Concard, MA, U.S.A. E-mail: 73677.2614@compuserve.com
BABYLON		VW-GEDAS GmbH, Berlin, Germania Fax: +4930-39-970-999
CBR Express	Este o familie de generatoare care realizează regăsirea informaţiei bazate pe cazuri (case-based). Cu începere din ianuarie 1999 generatorul K-Commerce se comercializează pentru aplicaţii inteligente şi comerţul electronic.	Inference Corporation, Segmeda, CA, USA Home page URL: http://www.inference.com
COGYS		COGYS Ltd., Salford, England, Tel: 061-745-7604
COMDALE/C	Instrument de dezvoltare pentru sisteme expert în timp real. Dispune de o arhitectură deschisă şi raţionament bazat pe timpi. Are configuraţie completă orientată-obiect, o interfaţă cu bază de date în timp real şi interfeţe cu o diversitate de dispozitive de intrare-ieşire	Comdale Technologies Inc., Toronto, Canada Web site: http://www.comdate.com
COMDALE/X	Este un generator care funcţionează off-line în scop de consultanţă care oferă utilizatorilor informaţii pentru luarea deciziei. Încorporează documente hipertext cu capacitate de raţionament şi produce manuale expert hiper cu informaţii şi sfaturi utile, uşor de interfaţat. Pachetul software pentru monitorizarea proceselor în timp real se numeşte **Process Vision** şi lucrează cu interfaţă grafică, precum şi cu senzori, dispozitive inteligente de alarmare etc.	Condale Technologies Inc., Toronto, Canada Web site: http://www.comdate.com
C-PRS (Procedural Reasoning System in C)	Este primul generator care implementează tehnologia raţionamentului procedural. Garantează proprietăţile lucrului în timp real în aplicaţii de diagnostic şi supraveghere a reţelelor de telecomunicaţii, controlul roboţilor mobili, controlul traficului aerian şi alte aplicaţii în care intervin cereri şi restricţii pentru monitorizarea sistemelor în timp real. El permite exprimarea şi reprezentarea unor secvenţe condiţionale ale operaţiilor complexe, care vor putea fi derulate în deplină siguranţă şi în condiţii de timp-real atunci cînd sunt încorporate în mediul aplicativ. Poate fi instalat pe platforme multiple sub numeroase sisteme de operare.	ACS Technologies LABEGE, France E-mail: cprs@ingenia.fr

Scanned with OKEN Scanner

CPR (Case-based Problem Resolution)	Este un generator de aplicaţii inteligente de tip authoring care foloseşte rezoluţia problemelor bazate pe cazuri.Se utilizează în concurenţă cu Inference Corporation CBR Express şi CasePoint.	The Haley Enterprise, Inc., Sewickley, PA, U.S.A. Website: http://www.haley.com
CRYSTAL	Generator de sisteme expert care funcţionează pe o gamă largă de calculatoare personale.	Intelligent Environments Europe Ltd., Middlesex, England, Fax: 44-0-932-771499
CxPERT	Generator de sisteme expert care produce cod C	Software Plus Ltd., Crofton, MD, U.S.A.
DClass	Generator de sisteme expert pentru scop decizional în aplicaţiile de producţie bazate pe arbori de decizionali. Se poate utiliza în tandem cu LogicTree, un sistem de luarea deciziei pentru uzul informaticienilor.	CAM Software, Orem, UT, U.S.A. Fax: 801-225-0286
The Easy Reasoner	Instrument inteligent de tip CBR (Case Based Retrieval) care oferă memorie asociativă adaptivă, regăseşte cazuri similare dintr-o memorie dată pentru un caz nou, extinde interogările de tip QBE, indexează bazele de date folosind arbori decizionali, maximizează informaţii prin minimizarea complexităţii, realizează o mare diversitate de regăsiri în bazele de date voluminoase, oferă raţionament context-senzitiv etc. Preţ: 499 - 999 USD.	The Haley Enterprise Inc., Sewickley, PA, USA Web site: http://haley.com/
ECLIPSE	Este un generator de sisteme expert de tip CLIPS (NASA) cu o sintaxă similară cu a generatorului ART (Inference Corporation) care realizează în principal comparări orientate pe date, suportă scopuri multiple şi reprezentări relaţionale şi obiectuale pentru integrarea cu SGBD-uri de tip dBASE. Preţ: 499 - 999 USD.	The Haley Enterprise Inc., Sewickley, PA, USA Web site: http://haley.com/
Emerald Empower Procedural Advisor	Generator de sisteme expert pentru generarea automată a arborilor decizionali folosiţi de către un expert în soluţionarea problemelor. Preţ: 6800 USD	Emerald Intelligence Inc., Ann Arbor, MI, U.S.A. Fax: 313-663-8757
Esteem	Instrument inteligent care integrează raţionamentul bazat pe cazuri cu regulile de producţie.	Esteem Software Inc., Cambridge City, IN, USA Fax: 317-478-3550
EXSYS Professional	Generator de sisteme expert de gestiune, foarte eficient pentru aplicaţii în management, finanţe, contabilitate, asigurări etc., care poate realiza aplicaţii integrate şi hibride cu bazele de date şi calculul tabelar, programarea liniară, logica fuzzy, reţelele neuronale. Dispune de o interfaţă SQL şi de	EXSYS Inc., Albuquerque, NM, USA Web site: http://www.exsysinfo.com/

Scanned with OKEN Scanner

	alte posibilităţi de lucru web. Preţ: 799 USD	
FLEX	Generator de sisteme expert hibride care foloseşte limbajul KSL (Knowledge Specification Language) pentru dezvoltarea şi întreţinerea bazelor de cunoştinţe. Lucrează cu cadre, proceduri şi reguli integrate într-un mediu de programare logică. A fost utilizat efectiv pentru construirea a numeroase sisteme expert comerciale. Preţ: 1000 USD.	Logic Programming Associates Ltd., London, UK. Web page: http://www.lpa.co.uk
Gensym's G2	Generator de sisteme expert orientat-obiect pentru aplicaţii de monitorizarea, diagnosticul şi controlul evenimentelor dinamice în medii on-line şi simulate. Dispune de un limbaj natural structurat pentru crearea regulilor, modelelor de simulare şi procedurilor. Dispune de un modul pentru crearea aplicaţiilor inteligente pentru managementul proceselor (G2 Diagnostic Assistant) care oferă un mediu de programare vizuală adecvat, un modul pentru crearea aplicaţiilor neuronale (NeurOn-Line), un modul pentru crearea interfeţelor grafice personalizate cu afişaje în timp real (G2 Bridge Products) şi facilităţi pentru execuţia concurentă a regulilor şi procedurilor.	Gensym Corporation, Cambridge, MA, U.S.A. Home page: http://www.gensym.com
GBB	Generator de sisteme expert bazate pe reprezentarea de tip tablă neagră (blackboard).	Blackboard Technologies Group, Inc., Amherst, MA, U.S.A. Home page: http://www.bbtech.com/
GOLDWORKSIII		Gold Hill Computers, Inc., Cambridge, MA. U.S.A. Fax: 617-621-0656
GURU	Mediu de dezvoltare a sistemelor expert bazate pe reguli, dotat cu instrumente de integrare a aplicaţiilor inteligente cu baze de date, calcul tabelar, care poate utiliza şi logica fuzzy.	Micro Data Base Systems Inc., West Lafayette, IN, U.S.A. E- mail: info@mbbs.com
HUGIN System	Generator de sisteme expert bazate pe modele în domenii caracterizate de incertitudine. Dispune de un sistem deductiv bazat pe probabilităţi, aplicabil la reţelele complexe în care domină relaţii de tip cauză-efect. Utilizează structuri grafice.	Huggin Expert A/S Aalborg O, Danemark Home page: http://hugin.dk
ICARUS	Generator de sisteme expert bazate pe reguli care integrează aplicaţiile inteligente cu medii LOTUS 123 şi fişiere dBASE. Lucrează cu metoda Bayesiană de reprezentare a incertitudinii.	Icarus, Rockville, MD, U.S.A. Fax: 301-881-2542

Scanned with OKEN Scanner

ILOG RULES	Generator care implementează algoritmul RETE pentru dezvoltarea sistemelor expert bazate pe reguli şi care suportă obiecte structurate, mecanisme de moştenire, lucrul cu seturi de reguli, precum şi sistemul TMS (Truth Maintenance System) pentru raţionamentul non-monotonic.	ILOG, Inc., Mountain View, CA, U.S.A., Web page: http://www.ilog.fr
INTELLIGENCE COMPILER		Intelligence Ware, Los Angeles, CA, U.S.A. Fax: 213-417-8897
KDS	Generator de sisteme expert bazate pe cazuri, care produce reguli de producţie din cazuri conform metodei inducţiei.	KDS Corporation, Wilmeete, IL, U.S.A. Fax: 708-251-6459
KEE Kappa ProKappa	Sunt generatoare de sisteme expert care permit raţionamentul bazat pe reguli şi lucrul cu obiecte structurate.	Intelli Corp Inc., Mountain View, CA, U.S.A. Fax: 415-965-5647
KES şi SNAP	Generatoare de sisteme expert în versiune pentru calculatoare personale, staţii de lucru, minicalculatoare şi calculatoare mari, cu preţuri cuprinse între 4000-60000 USD.	Template Software, Herndon, Virginia, U.S.A. Fax: 703-318-7378
KNOWLEDGE CRAFT	Generator de sisteme expert pentru aplicaţii de configurare, proiectare şi programare.	Carnegie Group, Pittsburgh, PA, U.S.A. Fax: 412-642-6906
Knowledgeworks	Generator de sisteme expert compatibil OPS care lucrează cu obiecte structurate, în manieră grafică, cu rezoluţie a conflictelor definită de utilizator, şi protocol MetaRule pentru extinderea execuţiei modelelor. Dispune de interfaţă SQL cu baze de date relaţionale.	Harlequin Ltd., Cambridge, U.K., Harlequin Inc., Cambridge, NA, U.S.A. Fax: 617-252-6505
K-Vision	Instrument de achiziţie şi vizualizarea cunoaşterii, care lucrează pe platforme multiple.	Ginesys Corporation Greenville SC, U.S.A. Fax: 803-458-9050
Laser		Bell Atlantic Knowledge Sys. Inc., Princeton. NJ, U.S.A. Fax: 609-275-8393
LEVEL5 OBJECT	Generator de sisteme expert bazate pe obiecte structurate.	Information Builders, Indialantic, FL, U.S.A. Web page: http://www.l5r.com
M.4	Generator de sisteme expert cu multiple tehnici de integrare a aplicaţiilor pe calculatoare personale. Preţ: 995 - 2495 USD. Există mai multe versiuni disponibile pentru clienţi.	Teknowledge Corporation, Palo Alto, CA, U.S.A. Web site: http//www.teknowledge.com/M4
MailBot	Generator de sisteme expert pentru aplicaţii de poştă electronică. Oferă funcţii de filtrare, căutare, notificare, interogare şi răspuns automat, precum şi capacităţi de listare a serviciilor. O interfaţă de ieşire traduce intrările sub formă de reguli într-o variantă de cod Prolog. Dispune de o interfaţă API pentru scrierea de cod în Visual Basic.	Daxtron Labs, U.S.A. Web page: http://www.polaris.net/~daxtron/mailbot.htm

Scanned with OKEN Scanner

MEM-1	Limbaj bazat pe LISP care ajută la dezvoltarea sistemelor expert bazate pe cazuri. Se pot defini cazuri, se pot crea cazuri, se pot diviza cazurile, li se pot ataşa atribute, se pot adapta soluţii şi defini reguli de adaptare procedurală. Preţ: 199 USD sau 50 USD pentru instituţii educative	CECASE, Lawrence, U.S.A. E-mail: mem1info@cecase.ukansedu
ModelQuest 4.0	Generator de sisteme expert bazate pe modele. Preţ: 995 USD.	Abtech Corp., Charlottes villes, VA, U.S.A., Web page: http://www.abtech.com
MUSE		Cambridge Consultants, Cambridge, England
NEXPERT	Generator de sisteme expert bazate pe obiecte structurate. Este o componentă a produsului "Smart Elements", care mai include o interfaţă de tip Open Interface 2.0, un instrument de dezvoltare a interfeţelor GUI orientat-obiect, şi versiunea 3.0 a generatorului . Conţine mai multe instrumente de achiziţie a cunoaşterii.	Neuron Data, Palo Alto, CA, U.S.A. Fax: 415-321-3728
OMW (Object Management Workbench*)	Este primul instrument de analiză şi proiectare a aplicaţiilor orientate-obiect inteligente care încorporează diagrame direct executabile şi reguli economice. Lucrează cu mediul integrat de dezvoltare a aplicaţiilor client/server de programare vizuală Kappa-PC.	IntelliCorp, Inc., Mountain View, CA, U.S.A. Fax: 415-965-5647
OPS83	Generator de sisteme expert bazate pe reguli, care foloseşte algoritmul Rete II pentru manipularea seturilor de reguli. Implementează controlul înainte generalizat.	Production Systems Technologies inc., Pittsburgh, PA, U.S.A. Fax: 412-683-6347
Personal Consultant Plus		Texas Instruments, Austin, U.S.A.
Power SMARTS	Generator de sistem expert bazat pe reguli.	Cognition Technology Corporation, Cambridge, MA, U.S.A. E-mail: ctcma@aol.com
DataSMARTS	Generator de aplicaţii BDI pentru database-mining (descoperirea cunoaşterii).	idem
NeuroSMARTS	Generator pentru reţele neuronale. Preţ: 495-4995 USD.	idem
RAL (Rule-extended Algorithmic Language)	Generator de înaltă performanţă destinat integrării regulilor şi obiectelor în programe C. Regulile pot opera asupra tipurilor de date scrise în cod C în aplicaţii. Se foloseşte algoritmul Rete II şi se pot dezvolta sisteme în timp real.	Production Systems Technologies inc., Pittsburgh, PA, U.S.A. Fax: 412-683-6347
ReMind	Generator de sisteme expert cu raţionamente bazate pe cazuri.	Cognitive Systems, Inc., Stanford, CT, U.S.A. Fax: 203-356-7760

Scanned with OKEN Scanner

Rete ++	Generator de sisteme expert orientate obiect care poate lucra şi cu reguli de producţie în sintaxă C++. Dispune de un mediu de dezvoltare grafică a aplicaţiilor cu module pentru dezvoltarea sistemelor expert cu raţionamente bazate pe cazuri integrate cu baze de date dotate cu Truth Maintenance System. Suportă dezvoltarea modulară a sistemelor expert. Preţ: 999-2999 USD.	The Haley Enterprise Inc., Sewickley, PA, USA Web site: http://haley.com
RT/Expert	Mediu integrat de dezvoltare a sistemelor expert pentru calculatoare personale.	Integrated Systems, Inc., Santa Clara, CA, U.S.A. Fax: 408-980-0400
RTworks	Familie de module independente pentru achiziţia, monitorizarea, analiza datelor, distribuţia şi afişarea datelor folosind obiecte, clase, proceduri şi reguli. Lucrează cu 60 de formate distincte cu obiecte grafice în arhitecturi de tip client/server şi cu procese definite de utilizator. Sunt posibile aplicaţii de control a proceselor monitorizarea reţelelor, managementul financiar-contabil, comerţul cu titluri, comandă şi control.	Talarian Corporation Mountain View, CA, U.S.A. Web site: http://mainstreet.net/talarian/
SMECI	Generator de sisteme expert bazat pe LISP	ILOG, Inc., Mountain View, CA, U.S.A. E-mail: info@ilog.com info@ilog.fr
SOPHOS		Cognisys Consultants, Inc., Quebec, Canada Fax: 514-856-2368
STATUTE Corporate V3.0	Generator care lucrează sub Windows cu facilităţi de generare automată a documentelor. Dispune de interfeţe cu Visual Basic, C, C++ şi DLL.	USA Fax: 616-242-1948
TechMate	Generator de sisteme expert pentru sprijinirea deciziei în aplicaţii de întreţinere care implicaă tehnicieni şi ingineri: diagnosticul sistemelor în electronică, hidraulică, mecanică şi electro-optică. Este bazat pe metode care evaluează diagnosticile echipamentelor, caracteristicile simptomelor şi testelor. Poate fi interfaţat cu diverse instrumente de testare şi sisteme ATE.	IET Intelligent Electronics, U.S.A. Web page: http://www.ietusa.com
TestBench		Carnegie Group, Pittsburgh, PA, U.S.A. Fax: 412-642-6906
VBXpert	Generator care extinde Visual Basic astfel încât să suporte dezvoltarea sistemelor expert bazate pe reguli prin încorporarea algoritmului Rete într-un control de tip VBX. Preţ: 99USD.	The Haley Enterprise Inc., Sewickley, PA, USA Web site: http://haley.com

Scanned with OKEN Scanner

Visual Expert	Generator de sisteme expert bazat pe interfeţe GUI sub Windows.	Soft Sell Technologies, Redmond, WA, U.S.A. Fax: 206-883-9002
VP-Expert vers. 3.1	Generator de sisteme expert bazat pe reguli pentru microcalculatoare. Implementează numai strategia de control înainte; strategia de control înapoi se poate simula. Preţ: 349 USD.	WordTech Systems, Inc., Orinda, CA., U.S.A. Fax.510-689-1263
Xpert Rule	Generator sub Windows cu reprezentarea cunoaşterii sub forma arborilor decizionali, tabelelor de decizie şi seturi de reguli. Produce cod C şi include logica fuzzy şi algoritmi genetici ca posibilităţi de dezvoltare a aplicaţiilor.	Attar Software, Harward, U.S.A. Web page: http://www.attar.com
YAPS	Generator pentru sisteme expert şi a programelor care utilizează reprezentarea cunoaşterii pe bază de reguli în LISP. Bazele de cunoştinţe sunt modularizate şi optimizate. Pot fi utilizate şi sisteme expert hibride care acţionează cu alte module de programe. Preţ: 445-3995 USD în funcţie de platformă şi versiune.	College Park Software, Altadena, CA, USA, E-mail:info@cps.altadena.ca.us

Scanned with OKEN Scanner

BIBLIOGRAFIE

1. AAAI – *Proceedings Tenth National Conference on Artificial Intelligence*, July 12-16, AAAI Press, The MIT Press, 1992.
2. Andone I., Andone, A. – *Multimedia, tehnologie informaţională pentru mediul concurenţial*, "Tribuna Economică" nr. 14/1993
3. Andone, I. – *Sisteme expert. Principii şi dezvoltarea aplicaţiilor de gestiune*, vol. 1, A92-Polirom, Iaşi, 1994.
4. Andone, I. – *Sisteme expert. Principii şi dezvoltarea aplicaţiilor de gestiune*, vol. 2, A92-Polirom, Iaşi, 1995.
5. Andone, I., Ţugui, A. – *Baze de date inteligente în managementul firmei*, Ed. Dosoftei, Iaşi, 1997.
6. Andone, I., Ţugui, A. – *Sistem expert pentru contabilitatea de gestiune (INTCOST)*, în ECONOMICA, nr. 3/1996, Logos, Chişinău, Republica Moldova.
7. Andone, I. – *Artificial Intelligence and Expert Systems in Accounting*, MOLDOVA Ed. IASSY, 1993.
8. Bachimont, B. – *Le contrôle dans les systèmes a base de connaissance. Contribution a l'épistémologie de l'intelligence artificielle*, Hermès, Paris, 1992.
9. Bäck, T., ş.a. – *Handbook of Evolutionary Computation*, Oxford University Press (USA), 1997
10. Bader, J., Eduards, J., Harris-James, C., Hannaford, D. – *Practical Engineerig of Knowledge Based Systems*, în Information&Software Technology, 30 (5), 1988.
11. Bastianelo, F., *L'informatique, memoire de l'entreprise*, Edition MASSON, Paris, 1996.
12. Beerel, A. – *Expert Systems in Business. Real World Applications*, Ellis Horwood Ltd, New York, 1993.
13. Bielawski, L., Leland, R. – *Intelligent systems design*, John Willey, New York, 1991.
14. Black, W.J. – *Les systèmes intelligents basés sur la connaissance*, Masson, Paris, 1988.
15. Boehm, B.W. – *A spiral model of software development and enhancement*, IEEE Computed, Maz, 1988.
16. Bourbakis, N.G. – *Artificial Intelligence and Automation*, Word Scientific Pub. Co., London, 1998.
17. Boy, G.A. – *Intelligent Assistant Systems*, vol. 6, Academic Press, London, 1991.
18. Briand, R. – *Méthode de développement de systèmes experts*, Eyrolles, 1988.
19. Brissaud, M. et al. – *Intelligence Artificielle et Sciences Humaines*, Hérmes, 1992.

Scanned with OKEN Scanner

20. Buchanan, B.G. et all – *Readings in Knowledge Acquisition and Learning. Automating the construction and improvement of Expert systems*, Morgan Kaufmann Pub. Inc., San Mateo, 1993.
21. Bundy, A., (Ed.) – *Artificial Intelligence Techniques*, Springer-Verlag, Berlin, 1997.
22. Castillo, E., ş.a. – *Expert Systems and Probabilistic Network Models*, Springer-Verlag, Berlin, 1997.
23. Caudill, M. et all – *Intelligent Systems*, Cambridge Mass., The MIT Press, 1992.
24. Cavedon, L., ş.a. (Eds) – *Intelligent Agent Systems, Springer-Verlag*, Berlin, 1997.
25. Chofray, J-M. – *Systèmes intelligents de management. Diagnostic, analyse et assistance a la décision*, Nathan, 1992.
26. Collins, H.M. – *Experts artificiels. Machines intelligentes et savoir social*, Ed. de SEUIL, Paris, 1992.
27. David, J.M., (et all Eds.) – *Second Generation Expert Systems*, Springer-Verlag, Berlin, 1993.
28. Davidescu, D.N. – *Arhitectura sistemelor expert*, EDP, Bucureşti, 1997.
29. Davidescu, D.N. – *Utilizarea sistemelor expert îm domeniul financiar-contabil*, EDP, Bucureşti, 1997.
30. Davis, E. – *Representation of Commonsense Knowledge*, Morgan Kaufmann Inc., San Mateo, 1990.
31. Degos, J-G. – *Il y a de bons systèmes experts financières*, Revue du Financier N 80, Février-Mars, 1991.
32. Delahaye, J.P. – *Systèmes Experts: organisation et programmation des base de connaissances en calcul propositionnel*, Eyrolles, 1987.
33. Despres, S., Rosenthal-Sabroux, C. – *Designing Decision Support Systems and expert systems with a better end-use involvement: A promising approach*, European Journal of Research 61 (1992) 145-153, North-Holland.
34. Durkin, J. – *Expert Systems. Design and Development*, Macmillan Pub. Co., NY, 1994.
35. Edwards, A., Connel, N.A.D. – *Expert Systems in Accounting*, Prentice Hall, 1989.
36. Ermine, J-L. – *Systèmes experts. Théorie et pratique, Technique et Documentation*, Lavoisier, 1989.
37. Ernst, C. – *Introduction aux systèmes experts de gestion*, 3è Edition, Eyrolles, Paris, 1988.
38. Ernst, C. – *Les systèmes experts en gestion: banques, finance, marketing*, Eyrolles, Paris, 1988.
39. Ernst, C. – *Management Expert Systems*, Addinson-Wesley, Wokingham, 1988.
40. Feigenbaum, E.A., Buchanan, B.G., Lederberg, J. – *On generality and problem solving: A case study using the the DENDRAL program*, In Meltzer, B., Michie, D., Editors, Machine Intelligence, 6, 1971, Edinburgh University Press, Edinburgh, U.K.

Scanned with OKEN Scanner

41. Fiesler, E., ş.a. – *Handbook of Neural Computation*, Oxford University Press (USA), 1997.
42. Flach, P.A., Meersman, R.A. – *Future Directions in Artificial Intelligence*, Elsevier Science Pub., Amsterdam, 1991.
43. Gabbay, D.M., ş.a. – *Handbook of Logic in Artificial Intelligence and Programming*, vol. 1,2,3,4,5, Clarendon Press, 1993-1997.
44. Gallagher, J.P. – *Knowledge Systems for business. Integrating Expert Systems and MIS*, Prentice Hall, NJ, 1988.
45. Genthom, Ph. – *Dictionnaire de l'intelligence artificielle*, Hermès, Paris, 1989.
46. Giarratano, J., Riley, G. – *Expert Systems. Principles and Programming, Designing Expert Systems using CLIPS*, PWS Pub., Boston, 1993.
47. Gleizes, M-P., Glize, P. – *Les systèmes multi-experts*, Hermès, Paris, 1990.
48. Godfrei, S., Lowgeland-Knudsen, J. – *The CRI Directory of Expert Systems*, Learned Information (Europe) Ltd., Oxford, 1986.
49. Goonatilake, S., Treleaven, P.C. – *Intelligent Systems for Finance and Business*, John Wiley, Chichester, New York, 1996.
50. Greene, R.T. – *Intelligence Artificielle et organisation de l'entreprise. L'approche japonaise*, AFNOR, Paris, 1992.
51. Gruber, T.R. – *The Acquisition of Strategic Knowledge*, Academic Press, Boston, 1989.
52. Harmon, P., Sawer, B. – *Creating Expert Systems for Business and Industry*, John Willey, NY, 1990.
53. Harris, C.J. – *Advances in Intelligent Control*, Taylor & Francis, London, 1994.
54. Hatchnel, A. Weil, B. – *L'expert et le système, Quatre histoires de systèmes experts*, ECONOMICA, Paris, 1992.
55. Helender, M. – *Handbook of Human-Computer Interaction*, Elsevier Science Pub., Amsterdam, 1991.
56. Hendler, J. – *Expert Systems: The user Interface*, Ablex, New Jersey, 1988.
57. Hickman, F.R. et all – *Analysis for Knowledge - Based Systems. A Practical Guide to the KADS Methodology*, ELLIS HORWOOD, NY, 1992.
58. Holtzman, S. – *Intelligent Decision Systems*, Addison-Wesley, 1989.
59. Hurtubise, R. – *Intelligence artificielle du manager. Outillage de réalisation et cas d'application*, Ed. Agence d'ARC, Ottawa, 1992.
60. Illingworth, V. – *Dictionary of Computing*, Fourth Edition, Oxford University Press, Oxford, UK, 1996.
61. Jorion, P. – *Principes des systèmes intelligents*, MASSON, Paris, 1990.
62. Karchoud, A. – *Systèmes experts. Tehnique et Pratique*, SYBEX, Paris, 1989.
63. Karkan, J-M., Tjoen, G. – *Systèmes experts. Un nouvel outil pour l'aide la décision*, Masson, Paris, 1993.

Scanned with OKEN Scanner

64. Kingdom, J. – *Intelligent Systems and Financial Forecasting*, Springer-Verlag, Berlin, 1997.
65. Kiru, S., O'Hare, G. – *Cooperative Knowledge Processing. The key Technology for Intelligent Organizations*, Springer-Verlag, Berlin, 1997.
66. Laurent, J.-P. (Ed) – *Journéé Nationales sur l'intelligence artificielle*, Nov. 1986, CEPADUES Editions, Toulouse.
67. Lazure, N. – *Dictionnaire ANGLAIS-FRANCAIS d'intelligence artificielle*, MASSON, Paris, 1993.
68. Lévine, P., Pommerol, J-C. – *Systèmes interactifs d'aide a la décision et systèmes experts*, Hermès, Paris, 1989.
69. Maillard, A. – *A la découverte des systèmes experts travers VP-EXPERT*, FDS, EDIMICRO, Paris, 1988.
70. Marshall, G. – *Advanced Student's Guide to Expert Systems*, Heinemann Newnes, Oxford, 1990.
71. Müller, J.P. – *The Design of Intelligent Agents*, Springer-Verlag, Berlin, 1996
72. Nadal, J-P. – *Réseaux de neurones,* Armand Colin, Paris, 1993.
73. Oger, B., Fournier, M. – *Dossier informatique: les systèmes experts*, Université de Paris XI, 1988.
74. O'Leary, D.E., Watkins, P.R. – *Expert Systems in Finance*, Elsevier Science, North-Holland, Amsterdam, 1992.
75. Parsaye, K., Chignell, M. – *Expert Systems for Experts*, John Wiley, NY, 1988.
76. Partridge, D. – *Engineering Artificial Intelligence Software*, Intellect, Oxford, 1992.
77. Pau, L.F. – *Economic and Financial Knowledge - Based Processing*, Springer-Verlag, Berlin, 1990.
78. Payne, C.E. et all – *Developing Expert Systems. A Knowledge Engineer's Handbook for Rules & Objects*, John Wiley & Sons, NY, 1990.
79. Pedersen, K. – *Expert Systems programming. Practical tehniques for Rule-Based Systems*, John Wiley, NY, 1989.
80. Pigford, D.V., Baur, G. – *Expert Systems for Business. Concepts and Application. Featuring VP-EXPERT*, Boyd & Fraser Pub., Boston, 1990.
81. Pomerol, J-C. – *Les systèmes experts*, Hermès, Paris, 1988.
82. Poole, D., ş.a. – *Computational Intelligence*, Oxford University Press, Oxford, UK, 1998.
83. Puppe, F. – *Sistematic Introduction to Expert Systems. Knowledge Representation and Problem-Solving*, Springer-Verlag, Berlin, 1993.
84. Quairel, F., Oger, B. et all – *SEDRE: Système Expert de Diagnostic sur le Rentabilité des Entreprises, sous l'environnement GURU*, 1991.
85. Ras, Z.W., ş.a. – *Methodologies for Intelligent Systems*, Elsevier Science Pub., Amsterdam, 1990.

Scanned with OKEN Scanner

86. Ruspini, E., ş.a. – *Handbook of Fuzzy Computation*, Oxford University Press (USA), 1997.
87. Russel, S.J., Norvig, P. – *Artificial Intelligence, A modern Approach*, Prentice Hall, New Jersey, 1995.
88. Silverman, B-G. – *Expert Systems for Business*, Addison-Wesley, 1987.
89. Simpson, P.K. – *Artificial Neural Systems*, Pergamon Press, NY, 1990.
90. Smith, R. – *The Facts on File Dictionary of AI, facts ON File*, NY, Oxford, 1989.
91. Stancu, I. – *Finanţe. Teoria pieţelor financiare. Finanţele întreprinderilor. Analiza şi gestiunea financiară*, Editura Economică, Bucureşti, 1996.
92. Tacu, Al., ş.a. – *Inteligenţa Artificială*, Ed. ECONOMICA, Bucureşti, 1998.
93. Tanaka, K. – *An Introduction to Fuzzy Logic for Practical Applications*, Springer-Verlag, Berlin, 1997.
94. Tisseau, G. – *Intelligence Artificielle. Problèmes et méthodes*, Presses Universitaires de France, Paris, 1996.
95. Ţugui, A. – *Inflaţie şi contabilitate*, Editura Junimea, Iaşi, 1998.
96. Ţugui, A. – *EVALSE - Prototip de sistem expert privind evaluarea potenţialului economic al unei societăţi deţinătoare de capitaluri*, Analele Universităţii "Al.I.Cuza" IAŞI, 1992.
97. Ţugui, A. – *La receptivité de la comptabilité aux produits de l'inteligence artificielle de type systèmes expert - PIASE*", în SOFTWARE ENGINEERING AND APPLICATIONS , ASE Printing House, Bucharest, Romania, 1995.
98. Turban, E. – *Decision Support Systems and Expert Systems: Management Support Systems*, 3rd Edition, Macmillan, NY, 1993.
99. Vogel, C. – *Génie cognitif*, Masson, Paris, 1988.
100. Waterman, D.A. – *A Guide to Expert Systems*, Addison-Wesley, Reading, Massachusets, 1986.
101. Watkins, P.R., Eliot, L.R.(Ed) – *Expert Systems in Business and Finance. Issue and Application*, John Wiley, Chichester, 1993.
102. Watson, M. – *Intelligent Java Applications for the Internet and Intranets*, Moogan Kaufman, 1977.
103. Zaharie, D., Năstase, P., ş.a. – *Sisteme expert*, Editura Tehnică, Bucureşti, 1998.
104. Zaharie, D. Năstase, P. – *Sisteme expert de gestiune*, Editura Romcart, Bucureşti, 1993.
105. * * – *Artificial Intelligence. An International Journal*, 1990-1998.
106. * * – *Data & Knowlwdge Engineering*, 1991-1998.
107. * * – *EXSYS Developer. Overview, Getting Started Manual*, EXSYS Inc., Albuquerque, USA, 1996.
108. * * – *EXSYS Professional. Expert Systems Development Software*, Getting Started Manual, EXSYS Inc., Albuquerque., USA, 1996.

Scanned with OKEN Scanner

109. * * – *EXSYS RuleBook. Expert Systems Development Tool, User's Manual*, EXSYS Inc., Albuquerque, USA, 1996.
110. * * – *International Journal of Cognition Science*, 1995-1998.
111. * * – *Artificial Intelligence*, North-Holland, 1989-1998.
112. * * – *Decision Support Systems*, Nort-Holland, 1987-1998.
113. * * – *IEEE Expert, Intelligent Systems & Applications*, 1987-1998.
114. * * – *Information and Software Technology*, Butterworth, 1986-1998.
115. * * – *Journal of Systems & Software*, 1990-1998.
116. * * – *Journal of Systems Engineering*, Springer International, 1990-1998.
117. * * – *Knowledge - Based Systems*, Butterworth, 1977-1998.
118. * * – *Multimedia Systems*, Springer International, 1992-1998.
119. * * – *The International Journal of Artificial Intelligence, Neural Networks and Complex Problem – Solving Technologies*, Kluwer Academic Publishers, 1992-1998.
120. * * – *User Modeling and User-Adapted Interaction*, in International Journal, Kluwer Academic, 1991-1998.

Lucrare executată la Tipografia „BUCUREȘTII NOI"
Str. Hrisovului nr. 18A, sector 1, București
Tel.: 667 64 28; Fax: 667 21 85; Centrală: 667 55 70

88.000 lei

Scanned with OKEN Scanner

1000250404085 27

EDITURA
ECONOMICĂ

EDITURA ECONOMICA

I.S.B.N.: 973-590-198-6

ING. PRESS
88000

Scanned with OKEN Scanner